

常時観測データを利用した幹線道路の交通量データの 収集方法に関する研究

著者	橋本 浩良
発行年	2014
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2013
報告番号	12102甲第6851号
URL	http://hdl.handle.net/2241/00123394

筑波大学大学院 システム情報工学研究科（博士後期課程）

博士論文

常時観測データを利用した幹線道路の
交通量データの収集方法に関する研究

橋本浩良

（社会システム・マネジメント専攻）

指導教員 岡本直久

2014 年 3 月

目次

第1章	序論	2
1.1	研究の背景と目的	2
1.2	本論文の構成	5
	第1章の参考文献	7
第2章	交通量調査に関する実務と本研究の位置づけ	10
2.1	本章の目的	10
2.2	我が国における交通量調査の実務	10
2.2.1	道路交通センサス	10
2.2.2	交通量データの調査手法	27
2.2.2.1	交通量の常時観測	27
2.2.2.2	交通量の簡易観測	34
2.2.2.3	交通量の手観測	36
2.2.3	我が国における交通量調査の実務課題	37
2.3	諸外国における交通量調査に関する実務	38
2.3.1	諸外国における交通統計	38
2.3.2	英国における交通量調査の実務	38
2.3.3	米国における交通量調査の実務	43
2.3.4	諸外国の交通量調査の実務のまとめ	47
2.4	本研究の位置づけ	47
2.4.1	我が国の道路交通センサス交通量調査の方向性	47
2.4.2	本研究の位置づけ	47
	第2章の参考文献	48
第3章	交通量の変動が類似する条件の整理	52
3.1	本章の目的	52

3.2	交通量データの基本特性	52
3.2.1	交通量の変動に関する既往研究	52
3.2.2	交通量の基本的変動特性	53
3.3	交通量データの変動の空間的類似性	57
3.3.1	交通量の変動の空間的類似性	57
3.3.2	交通量の変動の空間的類似性の把握方法	59
3.4	本章のまとめ	62
	第3章の参考文献	62
第4章	常時観測データの異常値、欠測値の処理方法	64
4.1	本章の目的	64
4.2	常時観測データの処理の考え方	64
4.2.1	これまでの常時観測データの処理方法	64
4.2.2	常時観測データの処理方法に用いた交通量の変動特性	66
4.3	異常値・欠測値の処理方法	66
4.3.1	異常値・欠測値の処理方法の開発目標と異常値の定義	66
4.3.2	異常値・欠測値の処理フロー	67
4.3.3	異常値・欠測値の処理方法	68
4.4	異常値の判別方法の検証	71
4.4.1	平均値と標準偏差を用いて異常値の判別を行うことについて	71
4.4.2	関連常時観測点の活用の有効性の確認	71
4.4.3	24時間断面交通量を用いた異常値判別	72
4.4.4	異常値の判別方法の検証	73
4.5	異常値・欠測値の処理精度の検証	80
4.5.1	異常値・欠測値の処理精度の検証	80
4.5.2	異常値・欠測値の処理の閾値の検証	81

4.5.3	異常値・欠測値の処理の有効性の確認	84
4.6	本章のまとめ	88
第4章の参考文献		89
第5章	車両感知器未設置区間の交通量の推定方法	92
5.1	本章の目的	92
5.2	関連する既往研究と提案手法の関係	92
5.3	常時観測データを用いた推定区間の交通量の推定方法	93
5.3.1	推定区間の交通量の推定方法の設定と精度検証	93
5.3.2	常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法の整理	113
5.4	本章のまとめ	114
第5章の参考文献		115
第6章	交通重複率の推定方法	118
6.1	本章の目的	118
6.2	OD交通量逆推定手法の概要	118
6.2.1	OD交通量逆推定手法のモデル式	119
6.2.2	OD交通量逆推定の手法上の課題	120
6.2.3	OD交通量逆推定の手法上の課題の解決方法	121
6.3	OD交通量逆推定の手法の検証	124
6.4	OD交通量逆推定手法の実施のために必要な交通量実測区間数の検討	130
6.5	本章のまとめ	133
第6章の参考文献		134
第7章	幹線道路の交通量データの収集方法	136
7.1	本章の目的	136
7.2	道路交通センサスへの適用性の検討	136
7.2.1	平成17年道路交通センサス交通量データの試算	136

7.3	常時観測データに加え交通量の実測が必要な区間数の検討	144
7.4	交通量調査手法の検討	150
7.5	より高頻度の交通量データの収集方法の検討	152
7.6	本章のまとめ	154
	第7章の参考文献	154
第8章	結論	156
8.1	結論	156
8.2	今後の課題	158
8.2.1	本研究に関する課題	158
8.2.2	その他今後の課題	158
	第8章の参考文献	159

図目次

図 1-1	本研究の構成	7
図 2-1	道路交通センサスの調査体系	10
図 2-2	道路交通センサスの変遷	12
図 2-3	総走行台キロの推移	12
図 2-4	道路交通センサスにおける交通量調査手法の内訳	15
図 2-5	交通調査基本区間の設定イメージ	17
図 2-6	平成 22 年度道路交通センサスにおける交通量調査箇所の考え方	18
図 2-7	路線推定の考え方	19
図 2-8	地域推定の考え方	20
図 2-9	路線設定の考え方	22
図 2-10	地域設定の考え方	23
図 2-11	滋賀県内国道 161 号の車両感知器の日交通量の変化	24
図 2-12	年平均方向別車種別時間別交通量の把握精度（小型車）	25
図 2-13	年平均方向別車種別時間別交通量の把握精度（大型車）	25
図 2-14	平成 22 年道路交通センサスにおける昼間 12 時間断面交通量の推定精 度	26
図 2-15	九州地方の常時観測箇所	30
図 2-16	車種判別のフロー（超音波式＋ループ式）	31
図 2-17	機器の異常による長時間の異常値・欠測値の例（その 1）	34
図 2-18	機器の異常による長時間の異常値・欠測値の例（その 2）	34
図 2-19	簡易観測機器の例	35
図 2-20	20 分間の観測交通量と真の交通量との関係	37
図 2-21	1 年ごとの交通量の推移（英国）	39
図 2-22	交通量と社会経済情勢との関係（英国）	39
図 2-23	車種別の交通量の変化（英国）	40
図 2-24	道路種別毎の交通量の変化（英国）	40
図 2-25	地域ごとの交通量の変化（英国）	41
図 2-26	22 のカテゴリー（道路種別別・地域別・年平均日交通量別）	43
図 2-27	1 年ごとの交通量の推移（米国）	44
図 2-28	地域ごとの交通量（米国）	44
図 2-29	データ収集の流れ（米国）	45
図 2-30	HPMS のための収集データの要件	46
図 2-31	データ収集のニーズと課題	48
図 3-1	交通量常時観測報告書における群分類の考え方	53
図 3-2	群別月間交通量変化図	54

図 3-3	群別曜日変化図.....	55
図 3-4	都市内街路（平均値）群別時間別変化図.....	56
図 3-5	京都府内の 2 つの車両感知器における交通量の変動と交通量比の変動.....	58
図 3-6	交通重複率の算出イメージ.....	59
図 3-7	交通量比の変動係数と交通重複率の関係.....	60
図 3-8	交通量比の変動係数と交通重複率の関係（交通重複率 20%以上のサンプル）.....	61
図 4-1	平日の 24 時間断面交通量の年間変動と、近接する車両感知器との 24 時間断面交通量の比の年間変動.....	66
図 4-2	異常値・欠測値の処理フロー.....	68
図 4-3	異常値判別の方法.....	69
図 4-4	平日 10 時台の大型車交通量の年間変動と近接する車両感知器との大型車交通量の比の年間変動.....	73
図 4-5	step1 の異常値判別の検証結果（step1 の閾値を σ とした場合）.....	75
図 4-6	step1 の異常値判別の検証結果（step1 の閾値を 2σ とした場合）.....	75
図 4-7	step1 の異常値判別の検証結果（step1 の閾値を 3σ とした場合）.....	76
図 4-8	step1 の異常値判別の検証結果（step1 の閾値を 4σ とした場合）.....	76
図 4-9	step2 の異常値判別の検証結果（step2 の閾値を σ とした場合）.....	77
図 4-10	step2 の異常値判別の検証結果（step2 の閾値を 2σ とした場合）.....	78
図 4-11	step2 の異常値判別の検証結果（step2 の閾値を 3σ とした場合）.....	78
図 4-12	step2 の異常値判別の検証結果（step2 の閾値を 4σ とした場合）.....	79
図 4-13	台風時の東北地域の判別結果.....	79
図 4-14	24 時間断面交通量（推定値）の推定精度.....	81
図 4-15	24 時間断面交通量（中間値）の作成方法の検証結果.....	82
図 4-16	1 時間単位の方法別車種別交通量（中間値）の作成方法の検証結果.....	83
図 4-17	24 時間断面交通量の補完精度（滋賀県）.....	85
図 4-18	24 時間断面交通量の補完精度（京都府）.....	85
図 4-19	24 時間断面交通量の補完精度（大阪府）.....	85
図 4-20	24 時間断面交通量の補完精度（兵庫県）.....	86
図 4-21	24 時間断面交通量の補完精度（奈良県）.....	86
図 4-22	24 時間断面交通量の補完精度（和歌山県）.....	86
図 5-1	車両感知器と推定区間との関係.....	94
図 5-2	日々の昼間 12 時間断面交通量の推定精度（左図：平日、右図：休日）.....	96
図 5-3	日々の 24 時間断面交通量の推定精度（左図：平日、右図：休日）.....	96
図 5-4	日々の昼間 12 時間の小型車の方向別車種別時間交通量の推定精度（平日）.....	97

図 5-5	日々の昼間 12 時間の大型車の方向別車種別時間交通量の推定精度(平日)	98
図 5-6	日々の昼間 12 時間の小型車の方向別車種別時間交通量の推定精度(休日)	98
図 5-7	日々の昼間 12 時間の大型車の方向別車種別時間交通量の推定精度(休日)	98
図 5-8	4 番の車両感知器の平日 16 時台の上り小型車の交通量の推移	99
図 5-9	4 番の車両感知器の平日 16 時台の上り大型車の交通量の推移	99
図 5-10	7 番の車両感知器の平日 16 時台の上り小型車の交通量の推移	100
図 5-11	7 番の車両感知器の平日 16 時台の上り大型車の交通量の推移	100
図 5-12	1 番の車両感知器の月平均の昼間 12 時間断面交通量の変動(平日)	101
図 5-13	1 番の車両感知器の月平均の昼間 12 時間断面交通量の変動(休日)	102
図 5-14	1 番の車両感知器の月平均の 24 時間断面交通量の変動(平日)	102
図 5-15	1 番の車両感知器の月平均の 24 時間断面交通量の変動(休日)	103
図 5-16	7 番の車両感知器の月平均の昼間 12 時間断面交通量の変動(平日)	103
図 5-17	7 番の車両感知器の月平均の昼間 12 時間断面交通量の変動(休日)	104
図 5-18	7 番の車両感知器の月平均の 24 時間断面交通量の変動(平日)	104
図 5-19	7 番の車両感知器の月平均の 24 時間断面交通量の変動(休日)	105
図 5-20	月平均の昼間 12 時間の小型車の方向別車種別時間交通量の推定精度 (平日)	106
図 5-21	月平均の昼間 12 時間の大型車の方向別車種別時間交通量の推定精度 (平日)	106
図 5-22	月平均の昼間 12 時間の小型車の方向別車種別時間交通量の推定精度 (休日)	106
図 5-23	月平均の昼間 12 時間の大型車の方向別車種別時間交通量の推定精度 (休日)	107
図 5-24	1 番の車両感知器の年平均の時間変動(その 1)	108
図 5-25	1 番の車両感知器の年平均の時間変動(その 2)	108
図 5-26	2 番の車両感知器の年平均の時間変動(その 1)	109
図 5-27	2 番の車両感知器の年平均の時間変動(その 2)	109
図 5-28	3 番の車両感知器の年平均の時間変動(その 1)	109
図 5-29	3 番の車両感知器の年平均の時間変動(その 2)	110
図 5-30	4 番の車両感知器の年平均の時間変動(その 1)	110
図 5-31	4 番の車両感知器の年平均の時間変動(その 2)	110
図 5-32	5 番の車両感知器の年平均の時間変動(その 1)	111
図 5-33	5 番の車両感知器の年平均の時間変動(その 2)	111

図 5-34	6 番の車両感知器の年平均の時間変動（その 1）	111
図 5-35	6 番の車両感知器の年平均の時間変動（その 2）	112
図 5-36	7 番の車両感知器の年平均の時間変動（その 1）	112
図 5-37	7 番の車両感知器の年平均の時間変動（その 2）	112
図 5-38	交通重複率の算定が困難推定区間の取扱	114
図 6-1	交通重複率の算定への OD 交通量逆推定手法適用の流れ	118
図 6-2	OD 交通量逆推定手法のモデルフロー	120
図 6-3	OD 交通量逆推定に用いる経路選択確率の繰り返し計算のフロー	124
図 6-4	総発生交通量の精査結果	125
図 6-5	ゾーン別発生交通量の推定結果（福井県）	125
図 6-6	ゾーン別発生交通量の推定結果（滋賀県）	126
図 6-7	ゾーン別発生交通量の推定結果（京都府）	126
図 6-8	ゾーン別発生交通量の推定結果（大阪府）	127
図 6-9	ゾーン別発生交通量の推定結果（兵庫県）	127
図 6-10	ゾーン別発生交通量の推定結果（奈良県）	128
図 6-11	ゾーン別発生交通量の推定結果（和歌山県）	128
図 6-12	逐次平均導入後の %RMS の変化	129
図 6-13	現況配分結果と OD 交通量逆推定の適用結果	130
図 6-14	総発生交通量の精査結果	131
図 6-15	交通量の再現結果（その 1）	131
図 6-16	交通量の再現結果（その 2）	132
図 6-17	交通量の再現結果（その 3）	132
図 7-1	平成 17 年度道路交通センサスの推定精度（近畿地方）	138
図 7-2	平成 17 年度道路交通センサスの推定精度（近畿地方）見直し前後	138
図 7-3	基準常時観測点の設定方法の違いによる推定誤差の分布	140
図 7-4	平成 17 道路交通センサス時間別方向別車種別交通量の推定精度（小型 車）	140
図 7-5	平成 17 道路交通センサス時間別方向別車種別交通量の推定精度（大型 車）	141
図 7-6	国道 1 号（大阪府内）センサス区間の時間係数の H11・H17 比較（その 1）	142
図 7-7	国道 1 号（大阪府内）センサス区間の時間係数の H11・H17 比較（その 2）	143
図 7-8	国道 1 号（大阪府内）センサス区間の断面昼夜率の H11・H17 比較	143
図 7-9	観測区間数の割合と誤差率 5%以下で推定できる区間数割合	145
図 7-10	観測区間数の割合と誤差率 10%以下で推定できる区間数割合	145

図 7-11	観測区間数の割合と 12 時間交通量の %RMS 誤差の関係	146
図 7-12	観測区間数の割合と交通重複率が 0 となる区間の割合	146
図 7-13	観測区間数の割合と誤差 5%以下または 10%以下で推定できる割合 ..	148
図 7-14	観測区間数の割合と 12 時間交通量の %RMS 誤差の関係	148
図 7-15	観測区間数の割合と誤差 5%以下または 10%以下で推定できる割合 (その 1)	149
図 7-16	観測区間数の割合と誤差 5%以下または 10%以下で推定できる割合 (その 2)	150
図 7-17	昼間 12 時間観測と 24 時間観測の観測方法内訳 (近畿全域)	151
図 7-18	昼間 12 時間観測箇所における昼夜率の設定方法内訳 (近畿全域) ..	151
図 7-19	昼間 12 時間観測と 24 時間観測の昼夜率の分布 (近畿全域)	152
図 7-20	昼間 12 時間交通量別の昼夜率の関係 (近畿全域)	152
図 7-21	観測区間数の割合と誤差 5%以下または 10%以下で推定できる割合 (その 3)	153

表目次

表 2-1	道路交通センサスにおける車種区分の推移	14
表 2-2	交通調査基本区間の設定方法	16
表 2-3	交通量調査の観測区分と観測時間帯	17
表 2-4	人手観測における自動車類の車種区分	18
表 2-5	地域推定のグループ	21
表 2-6	年平均日交通量の把握精度	24
表 2-7	車両感知器の観測方式	28
表 2-8	常時観測での観測内容	29
表 2-9	車両諸元集計結果	32
表 2-10	英国における交通量データの車種構成	42
表 3-1	交通量の基本的変動と指標	52
表 3-2	道路種別別沿道状況別の昼間 12 時間大型車混入率	56
表 3-3	道路種別別沿道状況別の昼夜率	57
表 3-4	道路種別別沿道状況別の昼間 12 時間ピーク率	57
表 4-1	日交通量の正規性の検定結果（平日）	71
表 4-2	日交通量の正規性の検定結果（休日）	71
表 4-3	step1 の異常値判別の検証結果	74
表 4-4	step2 の異常値判別の検証結果	77
表 4-5	計測時間の閾値検討のパターン	82
表 4-6	24 時間断面交通量の補完精度一覧	84
表 4-7	1 時間単位 of 車種別断面交通量の補完精度（近畿地方平日）	87
表 4-8	1 時間単位 of 車種別断面交通量の補完精度（近畿地方休日）	88
表 5-1	車両感知器別の日々の昼間 12 時間の方向別車種別時間交通量の推定精度	99
表 5-2	車両感知器別の月平均の昼間 12 時間交通量と 24 時間断面交通量の推定精度	101
表 5-3	車両感知器別の月平均の昼間 12 時間方向別車種別時間交通量の推定精度	107
表 5-4	車両感知器別の年平均の昼間 12 時間交通量と 24 時間交通量の推定精度	108
表 6-1	検討パターン	131
表 7-1	昼間 12 時間交通量の推定精度一覧（近畿地方直轄国道）	139
表 7-2	検証に用いたデータの概要	141
表 7-3	線形計画問題の解	148
表 7-4	大阪府全域を対象とした線形計画問題の解（その 1）	149

表 7-5	大阪府全域を対象とした線形計画問題の解（その2）	150
表 7-6	大阪府全域を対象とした線形計画問題の解（その3）	153

第 1 章 序論

第1章 序論

1.1 研究の背景と目的

交通量データや旅行速度データなどの道路交通データ（以下本論文において特記しない限りクルマに関するデータを指す。）は、道路交通に関わる施策運営において非常に重要なデータである。これらデータは、主として、概ね 5 年に一度実施される道路交通センサスにより、全国の都道府県道以上の道路（指定市道の主要市道を含む）を対象に、秋季のある一日の調査により収集されてきた。収集されたデータは、年間の平均的な交通状況として取り扱われ、地域の道路交通現況の把握・分析や道路の計画・設計のための将来交通量予測の基礎データとして利用されている。道路交通データは、我が国の道路整備水準が乏しい時代から現代に至るまで、道路ネットワークの計画立案・整備において非常に重要な役割を果たしてきた。

道路ネットワークについて一定の量的ストックが形成され、その整備水準が高くなってきた現在、道路事業の必要性や効果について説明責任を果たすこと、地域が抱える道路交通課題に対して効果的な道路施策運営を行っていくことが求められている。この対応として、道路交通データを用いた地域の道路交通現況の把握・分析結果を基にして、

- ・ 道路交通状況を的確に把握しつつ、地域の交通課題を抽出すること
- ・ 抽出された地域の交通課題の原因や対策方法を道路利用者へ分かりやすく説明すること
- ・ 対策となる道路事業の効果を分かりやすく説明すること

が重要となっている。このため、概ね 5 年に一度実施される道路交通センサスにおいて収集されるデータでは十分とはいえず、より高頻度に交通量データ、旅行速度データを収集することが求められている。

一方、昨今の我が国の財政事情からコスト縮減への社会的要請が強く、社会資本整備についてもコスト削減・効率化が求められており、道路交通データの収集においても例外ではない。データの収集コストを削減しつつ、データを充実させる、道路交通調査のあり方の抜本的な見直しが求められている¹²⁾。

まず、どのような道路交通データが求められているか考えてみる。

国土交通省では、平成 15 年度より、国民にとっての成果を重視する成果志向の考え方を組織全体の基本と位置づけ、アウトカム指標を用いた業績評価の手法を中心に、政策の評価システムを核とする行政運営の仕組み（道路行政マネジメント）を導入している^{3)~6)}。道路行政マネジメントに用いられるアウトカム指標の算定において、例

例えば、『道路渋滞による損失時間』の算定には道路区間ごとの昼間 12 時間（7 時台～18 時台）の方向別車種別時間別交通量や方向別時間別旅行速度が、『道路交通における死傷事故率』、『規格の高い道路を使う割合』の算定には道路区間ごとの 24 時間総走行台キロが用いられている⁷⁾。これら指標値の算定には、道路交通センサス結果が利用されている。

道路交通センサスのような調査は、諸外国においても実施されており、例えば英国の Road Traffic Estimates⁸⁾と米国の Highway Statistics⁹⁾が該当する。これら調査では、実測のほか、実測結果を用いた推定も行い、年間の総走行台キロなどの道路交通データが毎年公表されている。我が国においても、推定の導入による観測箇所の削減によるコスト縮減、5 年に一度ではないより高頻度でのデータ収集が求められる。

また、クルマだけでなく、歩行者、自転車など多様な道路利用者のデータも求められている。平成 24 年 6 月にとりまとめられた「社会資本整備審議会道路分科会建議中間とりまとめ」¹⁰⁾においては、今後の道路政策の検討にあたっての基本的な視点として、「クルマ」主役から「多様な利用者の共存」へと明記されており、道路はクルマのためだけのものではなく、クルマ以外の歩行者、自転車、新たなモビリティなど多様な利用者が安全・安心して共存できる環境整備を積極的に推進すべきと指摘されている。

次に、道路交通データの収集の現状について考えてみる。

まず、交通量データ収集の現状を考える。交通量データは、道路のある地点を一定時間内に通過するクルマの量をいい、道路がどのくらい使われているかを示す道路交通データである。道路の上り・下りの方向別に、大型車・小型車などの車種区分、1 時間単位や 24 時間単位など時間区分が存在する。交通量データの調査手法は、目視による人手計測（以下「人手観測」という。）と赤外線方式や超音波方式などの車両感知器を用いた機械計測に分けられる。人手観測は、調査箇所、車種区分、時間区分など様々な条件に柔軟に対応できる長所を有しているものの、調査時間の長さや調査回数、調査箇所数により調査費用が比例的に増大するなどの短所がある。機械計測は、常設の車両感知器を用いた常時観測（以下「常時観測」という。）と仮設の車両感知器を用いた簡易観測（以下「簡易観測」という。）に分けられる。常時観測は、24 時間 365 日のデータ収集が可能という長所を有しているものの、調査箇所が限定されるという短所を有している。簡易観測は、人手観測に比べ調査時間の長さや調査回数、調査箇所数の多さによる調査費用の増加が小さい、複数日の連続観測が可能という長所を有しているものの、機器の仕様により調査可能な車種区分が限定されるほか、道路構造等により調査制約があるなどの短所を有している。

これまでの道路交通センサス交通量調査では、全国の都道府県道以上の道路（指定

市道の主要市道を含む)を対象に、主に人手観測により、交通量調査を実施してきた。このため、調査に多大な費用を要しており、調査箇所を削減によるデータ収集コストの縮減など調査の効率化が大きな課題となっている。

次に、旅行速度データについて考えてみる。旅行速度データは、道路を走行するクルマが、実際に走行する速度をいい、道路のサービスレベルを示す道路交通データである。例えば、道路のある地点を瞬間的に走行する速度を地点速度と、任意の道路区間を信号や渋滞による停止を含んで走行する速度を区間速度がある。道路交通センサスにおける旅行速度は、区間速度が調査されている。区間速度の調査手法は、従前、試験車両に乗車した調査員が、任意の交差点間の通過時刻を記録し、交差点間の距離を通過時間で除して旅行速度を算定していた。試験車両による実走行調査のため、コストの面から、時間的・空間的に限られたデータしか得ることができなかった。現在は、昨今の情報通信技術の進展に伴い、カーメーカー、カーナビメーカー、携帯電話などのアプリケーションプロバイダが、カーナビなどから得られるプローブデータ(ヒトやクルマの移動情報)を収集し、ドライバーへの経路案内や道路交通情報の提供等に利用されるようになった。これら民間事業者が蓄積しているプローブデータを交通調査に利用することで、時間的・空間的に大量の旅行速度データの収集が可能となっている。平成 22 年に実施された道路交通センサス旅行速度調査においては、カーナビ搭載車両により取得されたプローブデータが利用された¹¹⁾。国土交通省においても、ITS スポットを利用して、プローブデータを収集し、道路利用者に対し、ダイナミックルートガイダンス、安全運転支援、ETC の 3 つの基本サービスを実現するなど、データ収集を効率化しつつ、旅行速度データの充実に向けた取組みが進められている¹²⁾。

最後に、歩行者、自転車などクルマ以外の道路交通データ収集の現状を考えてみる。従前、クルマ以外の歩行者・自転車の交通量データは、道路交通センサス交通量調査時にクルマの交通量データとともに調査されていた。現在、旅行速度データの収集と同様に、昨今の情報通信技術の進展に伴い、携帯電話等の位置情報を用いた調査が行われ始めている。歩行者、自転車といった個々の交通手段に限らずヒトの動きそのものの調査手法の研究も進められている^{13)~15)}。情報通信技術の進展、ビッグデータといわれる多種多様多量なデータに関する収集、分析の技術開発が進む中で、クルマ以外の道路交通データの交通調査手法の研究も進んでいくことが考えられる。

以上、道路交通データの収集においては、交通量データの収集に大きな課題を有していると考えられる。必要データを確保しつつ調査箇所を削減する調査コストの縮減、5 年に一度からより高頻度のデータを収集するデータの充実という道路交通センサス交通量調査の改善が必要となっている。

交通量データは、道路のある地点を一定時間内に通過するクルマの量である。隣接する道路区間同士など走行経路が同じクルマが交通量の多くを占める道路区間同士は、交通量の相関が強く交通量変動が類似するという特性を有すると考えられる。この特性を利用すれば、常時観測データを用いて、交通量変動が類似する周辺の車両感知器未設置区間（以下「推定区間」という。）の交通量を推定できる可能性がある。推定による交通量データの収集が可能となれば、必要データを確保しつつ調査箇所を削減する調査コストの縮減、5年に一度からより高頻度のデータを収集するデータの充実という2つの課題解決が期待できる。

しかしながら、常時観測データの利用には次の2つの課題がある。1つめは、常時観測データに発生する異常値、欠測値の処理である。常時観測データは、車両感知器による計測値であり、機器の誤作動などにより、異常値や欠測値が発生する。常時観測データの利用にあたっては、異常値、欠測値を処理し、利用可能なデータとして整える必要がある。2つめは、車両感知器の設置数である。高速自動車国道、都市高速道路においては、IC間、IC-JCT間に概ね車両感知器が設置されており、常時観測データの収集が可能となっている一方で、高速道路以外の道路においては、国土交通省が管理する直轄国道上約900箇所（平成25年度時点）と車両感知器が少なく、都道府県等が管理する道路にはほとんど車両感知器が設置されていない。車両感知器の設置状況を踏まえた、道路交通センサス交通量調査の観測箇所数を検討する必要がある。

筆者らは、常時観測データを基準データとして、周辺の道路区間の交通量を推定するアルゴリズムの開発^{16)~18)}、常時観測データの異常値・欠測値の処理アルゴリズムの開発を行ってきた¹⁹⁾²⁰⁾。

本研究は、筆者らの研究成果などを参考に、常時観測データを有効利用した幹線道路の交通量データの収集手法の開発、開発した手法の道路交通センサス交通量調査への適用性の検討を行うものである。具体的には、①常時観測データに発生する異常値、欠測値の処理方法、②常時観測データを利用し、推定区間の交通量の推定方法を提案するとともに、③提案手法の道路交通センサス交通量調査への適用性の検討を行うとともに、道路交通センサスにおける観測箇所の考え方などの検討を行う。

これらを踏まえ、今後の交通量データの収集手法を提案する。

1.2 本論文の構成

本論文は、8章から構成されており、各章の概要は以下の通りである。

第1章では、本研究の背景と目的、本研究の構成について述べる。

第2章では、我が国における交通量調査に関する実務として、道路交通センサスの現状と課題、交通量調査手法である機械観測（常時観測、簡易観測）、人手観測の特徴

を整理し、我が国の交通量調査に関する実務課題の抽出を行う。また、諸外国における交通量調査に関する実務として、英国の Road Traffic Estimates⁸⁾と米国の Highway Statistics⁹⁾について整理した後、我が国の道路交通センサス交通量調査の方向性、本研究の位置づけを述べる。

第3章では、交通量データの変動特性として、異なる道路区間間の交通量の変動が空間的に類似する条件を確認する。条件の一つとして、異なる道路区間間でのトリップの重複割合を現す交通重複率を提案する。第4章で述べる常時観測データの異常値、欠測値の処理方法、第5章で述べる常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法に適用可能な知見として整理する。

第4章では、第3章の成果を踏まえ、常時観測データに発生する異常値、欠測値の処理方法を構築する。

第5章では、第4章で提案する常時観測データの異常値、欠測値の処理方法を応用し、常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法を構築する。

第6章では、第5章で提案する「常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法」を補足する手法として、OD交通量逆推定手法を構築する。

第7章では、第6章までの成果を踏まえ、提案手法の道路交通センサス交通量調査への適用性の検討、道路交通センサスにおける観測箇所の考え方などの検討を踏まえ、今後の道路交通センサス交通量調査方法の提案を行う。

第8章では、本研究の成果と今後の課題を述べる。

本研究の構成は、図 1-1 の通りである。

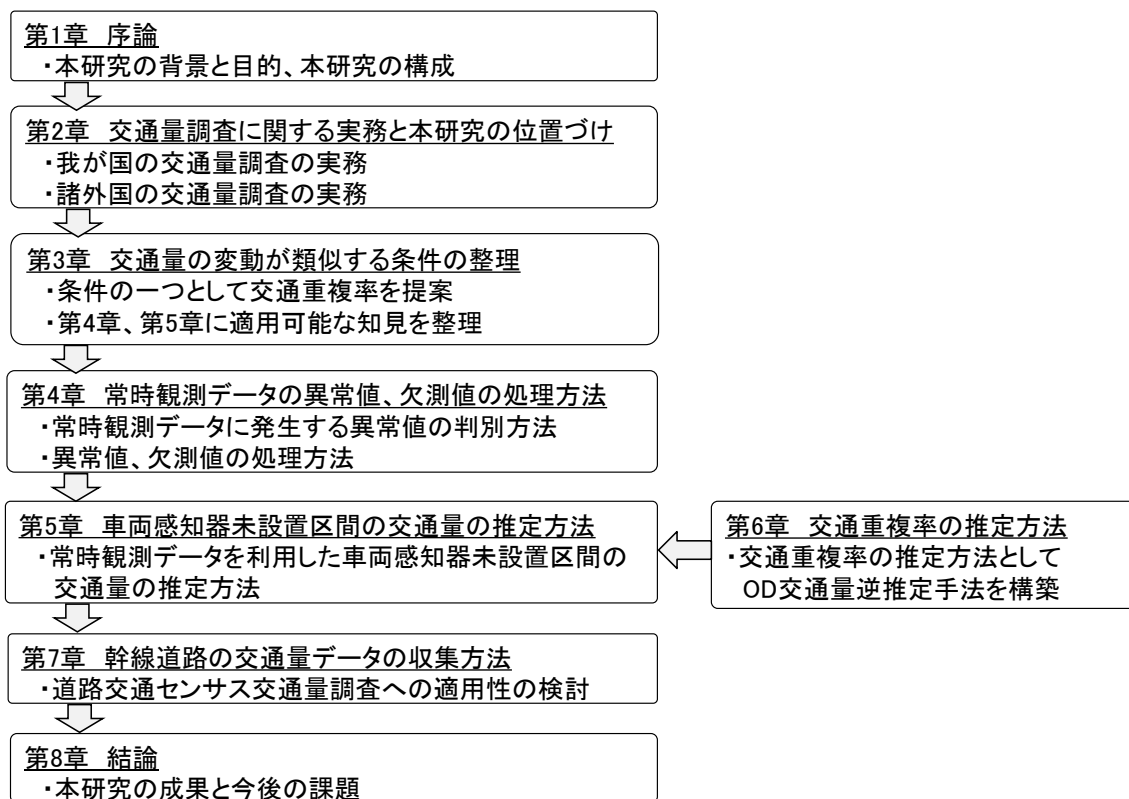


図 1-1 本研究の構成

第 1 章の参考文献

- 1) 佐藤浩：道路交通データの収集・分析の新たな展開，平成 22 年度国土技術政策総合研究所講演会講演集，国総研資料第 614 号，pp. 41-64，2010. 12
- 2) 上坂克巳，門間俊幸，橋本浩良，松本俊輔，大脇鉄也：道路交通調査の新たな展開～5 年に 1 度から 365 日 24 時間～，土木計画学研究・講演集 Vol. 43 CD-ROM，2011
- 3) 国土交通省：平成 15 年度達成度報告書・平成 16 年度業績計画書，2004. 06
- 4) 国土交通省：平成 16 年度達成度報告書・平成 17 年度業績計画書，2005. 06
- 5) 国土交通省：平成 17 年度達成度報告書・平成 18 年度業績計画書，2006. 06
- 6) 国土交通省：平成 18 年度達成度報告書・平成 19 年度業績計画書，2007. 06
- 7) 国土交通省道路局企画課道路事業分析評価室：主要指標環境値算出マニュアル（案）平成 15 年度版 平成 15 年 12 月 22 日
- 8) Road traffic estimates in Great Britain 2012：
<https://www.gov.uk/government/publications/road-traffic-estimates-in-great-britain-2012>
- 9) Highway Statistics Series：<http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/statistics.cfm>

- 10) 社会資本整備審議会道路分科会：社会資本整備審議会道路分科会建議 中間とりまとめ 平成 24 年 6 月
- 11) 国土交通省道路局企画課道路経済調査室 国土技術政策総合研究所道路研究部道路研究室：平成 22 年度 道路交通センサス一般交通量調査結果の概要，高速道路と自動車，Vol.55 No.3 pp.47-51, 2012
- 12) 国土交通省：スマートウェイの展開 ITS スポットサービス、国土交通省 HP
http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/spot_ds/src/index.html
- 13) 円山琢也：スマホ・アプリ配布型大規模交通調査の可能性，交通工学，Vol. 48 No. 1, pp. 4-7, 2013. 1
- 14) 野原浩太郎，円山琢也：スマートフォン型交通調査の開発・試行・改良，土木計画学研究・講演集 Vol. 48 CD-ROM, 2013
- 15) 中野達也，山本彰，小林寛，橋本雄太，高宮進：スマートフォンを活用した自転車通行実態調査に関する研究，土木計画学研究・講演集 Vol. 47 CD-ROM, 2013
- 16) 橋本浩良，山崎恭彦，上坂克巳：交通量常時観測データを活用した一般道路の交通量データの算定アルゴリズムの開発，土木学会論文集 F3（土木情報学）Vol. 68(2012) No. 2, 2013
- 17) 橋本浩良，水木智英，松本俊輔，門間俊幸：365 日 24 時間の交通量調査を支えるデータ解析技術，土木技術資料 Vol. 53 No. 12(2011)，2011. 12
- 18) 河野友彦，橋本浩良，上坂克巳，五十嵐一智：交通量常時観測データを用いた隣接区間の交通量推定方法に関する研究，土木計画学研究・講演集 Vol. 41 CD-ROM, 2010
- 19) 橋本浩良，河野友彦，門間俊幸，上坂克巳：交通量常時観測データの特異値・欠測値の処理アルゴリズムの開発，土木学会論文集 F3（土木情報学），Vol. 67 No. 2(2011)，pp. 57-67, 2012
- 20) 橋本浩良，河野友彦，門間俊幸，上坂克巳：交通量常時観測データの特異値・欠測値の処理方法，第 29 回日本道路会議，2011. 11

第 2 章 交通量調査に関する実務と本研究の位置づけ

第2章 交通量調査に関する実務と本研究の位置づけ

2.1 本章の目的

本章は、本研究の位置づけを明確化することを目的とする。

まず、我が国における交通量調査に関する実務として、道路交通センサスの現状と課題を整理するとともに、交通量調査手法である機械観測（常時観測、簡易観測）、人手観測の特徴を整理し、我が国の交通量調査に関する実務課題の抽出を行う。その後、諸外国における交通量調査に関する実務として、英国の Road Traffic Estimates と米国の Highway Statistics について整理した後、我が国の道路交通センサス交通量調査の方向性、本研究の位置づけを述べる。

2.2 我が国における交通量調査の実務

2.2.1 道路交通センサス

(1) 道路交通センサスの概要と変遷¹⁾²⁾

道路交通センサスは、昭和3年から実施されている道路に関する代表的な調査である。調査結果は、地域の道路交通状況の現況把握や現況分析、将来交通量の需要予測などに利用されている。直近に実施された平成22年度道路交通センサスでは、図2-1のような構成となっている³⁾。

一般交通量調査は、道路区間の車道・歩道等の幅員構成など道路構造を調査する道路状況調査、道路区間の平均旅行速度を調査する旅行速度調査、道路区間の断面交通量を調査する交通量調査の3つの調査で構成される。

OD調査は、自動車の保有者等に対して、調査対象日の自動車の運行状況や利用目的などをアンケート方式により調査されている。

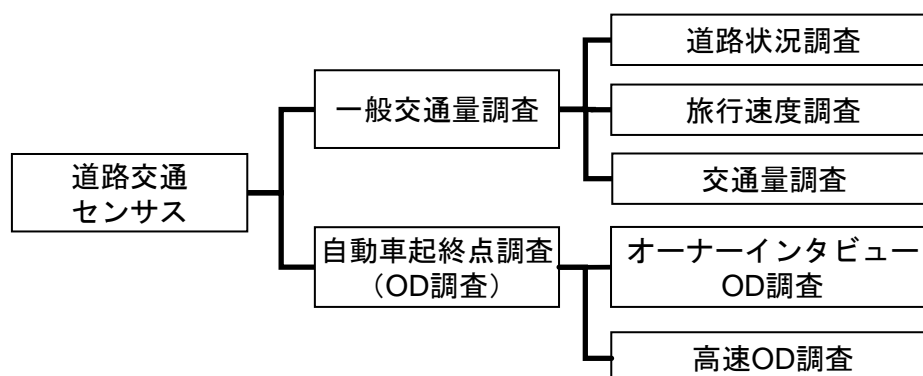


図 2-1 道路交通センサスの調査体系

道路交通センサスは、昭和3年に道路改良会が主催して、国道および指定府県道を対象に、交通量および道路交通状況の把握を目的とする調査として初めて実施された。その後、戦後の荒廃と泥道・砂利道の克服、近代道路行政の諸制度の構築を経て、それまでの一般交通量調査に加えて、昭和33年度調査からOD調査が開始された。昭和40年度調査では、一般交通量調査の対象に高速道路が加わり、昭和43年度調査には旅行速度調査が開始された。また、昭和46年度調査では、OD調査が全国規模に拡大されるとともに、昭和49年度調査では、OD調査において休日調査が試行された。昭和55年度調査以降、道路交通センサスは5年ごとに実施され、その中間年(3年目)に一般交通量調査のみが行われるようになった。多少の改変は行われているものの、現在の調査体系が構築されたといえる。その後、モータリゼーションの飛躍的進展、高度経済成長の基盤としての道路ネットワークの構築とともに、道路交通センサスは調査内容を充実させていった(図2-2)。

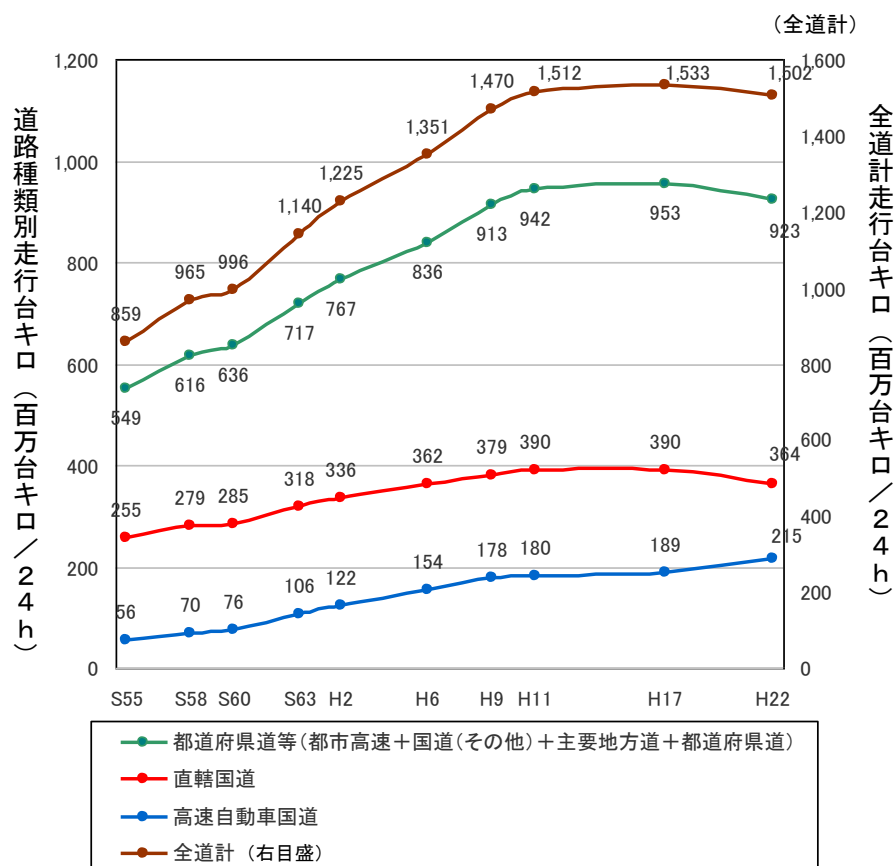
このように、道路交通センサスは、実施年次の時代背景や社会背景を反映しつつ、道路交通計画における基幹的調査として、新たな調査や調査項目の追加など種々の改善が行われてきた。

しかしながら、平成に入り、道路交通センサスの充実路線は転換を迎えることとなる。図2-3に示すように幹線道路の交通需要を現す走行台キロの伸びが鈍化するとともに、財政的にも苦しくなってくると、調査内容の拡充から調査の効率化に目が向けられるようになった。財政難から調査コストが削減され、道路交通センサス調査の効率化が至上命題となってきた。このため、観測箇所を削減する取組みが行われるようになった。

一方で、道路交通センサスの調査結果の利用場面に目を向けると、道路交通データの充実という行政ニーズが大きくなっている。第1章で述べた様に、国土交通省では、『道路渋滞による損失時間』などのアウトカム指標の算定を行っている。これらの算定には、時間別の交通量データが必要である。また、昨今、道路のサービスレベル指標として定時性が着目されている。定時性の算定・分析を進めていく上では、日々の交通量データも必要となっていくものと考えられる。また、道路ネットワークの概成と経済成長とともに、高速道路における弾力的な料金施策など既存道路ネットワークを有効利用が求められるようになった。料金施策を検討する上でも、高速道路と並行する幹線道路の交通量データが必要になる。時間別や曜日別など柔軟な料金施策を検討する上では、車種別の交通量データも必要となる。今後、より適切な施策を立案していくため、5年に一度の道路交通センサスだけでは、道路交通データのニーズを果たすことができなくなっている。

		昭和初期	昭和30年代	昭和40年代	昭和50年代	昭和60年代	平成元々～	平成17年～		
道路調査の主な変遷	交通量	○S3(1928) 道路交通情勢調査開始 (春秋) 概ね3年毎		○S40(1965) 高速道路も調査対象に	○S55(1980) 現在の5年毎の調査体系へ	○S63(1988) ・秋期1日調査 ・一部地点での休日調査開始	○H2(1990) 全地点で休日調査開始	○H11(1999) ・観測地点削減 ・車種変更(⇒4) ・機械観測一部導入	○H17(2005) 調査の効率化 ・機械観測の本格導入	○H22(2010) 調査の効率化 ・平日のみ調査 ・本格導入 ・車種変更(4⇒2)
	旅行速度		○S43(1968) 旅行速度調査開始						○H11(1999) ・プローブカー調査導入	○H22(2010) 調査の高度化 ・民間プローブデータの導入 (混雑・非混雑時/方向別)
	起終点調査	○S33(1958) 起終点調査(0D調査)開始 (平日) 概ね3年毎	○S46(1971) 対象範囲を全国に						○H22(2010) 【調査の効率化】 ・簡易調査票の導入 ・路側0D調査の廃止	
道路行政の主な変遷	戦後の荒廃と泥道・砂利道の克服 近代道路行政の諸制度の構築		モータリゼーションの飛躍的進展 高度経済成長の基盤としてのネットワークの構築				情報・環境・福祉等時代の 新たな要請への対応			
	■全国総合開発計画(S37) ■第三次全国総合開発計画(S52)		■第四次全国総合開発計画(S62)				■21世紀の国土のランドデザイン(H10)			
	■新全国総合開発計画(S44)		■国土形成計画(H20)							
道路行政の主な変遷	○国道等の舗装や改良	【広域交通基盤の構築】								
		○初的高速道路(名神)開通(S38) ○7600kmのネットワーク計画(S41)		○14000kmのネットワーク計画(S62) ○地域高規格道路(H5)		○弾力的な料金施策(H15) ○追加ICの整備(H16)				
		【交通円滑化】 ○TDM(H5) ○都市圏交通円滑化 ○交通結節点 ○渋滞対策プログラム(S63) 総合対策事業(H11) 改善事業(H12)								
		【情報化の推進】 ○ITS ○VICSの開始(H8) ○ETCの開始(H9)								

図 2-2 道路交通センサスの変遷



出典:社会資本整備審議会道路分科会 第42回基本政策部会 第42回基本政策部会(平成25年2月6日)資料⁴⁾

図 2-3 総走行台キロの推移

(2) 道路交通センサス交通量調査の概要¹⁾²⁾

交通量調査は、昭和 3 年の道路交通センサス実施と合わせ道路改良会の主催により実施され、一般国道及び重要府県道の 5,005 地点が観測された。昭和 8 年度及び昭和 13 年度は、内務省土木局で調査が行われた。太平洋戦争中は実施されず、昭和 23 年度には建設省道路局で調査が実施され、以来、昭和 33 年度までは 5 年ごとに、次いで、昭和 37 年度に、その後は昭和 55 年度まで 3 年度ごとに調査が実施されてきた。以降、道路交通センサスの実施とともに、一般交通量調査の一つとして実施されている。道路交通センサス交通量調査における調査日、調査対象の交通量データ、調査方法とその変遷は以下の通りである。

1) 調査日

昭和 43 年度以前の調査は、調査年の春季・秋季に各 3 日または 2 日間調査されてきた。昭和 46 年度以降昭和 60 年度までは、春季・秋季の各 1 日の調査となり、昭和 58 年度及び昭和 63 年度以降は、秋季の 1 日に調査が行われるようになった。

2) 調査対象の交通量データ

昭和 60 年度までは平日データのための調査であった。昭和 63 年度に、初めて休日データが平日の約 5 分の 1 の地点で調査された。平成 2 年度以降平成 17 年度までは、平日データと同一規模で休日データが収集されている。平成 22 年度は、平日データのみとなり、休日データは任意調査となった。

車種区分の変遷について、昭和 3 年度、昭和 40 年度、平成 11 年度、平成 22 年度調査での車種区分を表 2-1 に示す。昭和 3 年度当時は、牛馬や人力車等を含む 13 区分であり、自動車類は乗用車、乗合車、貨物車の 3 区分だった。昭和 40 年度調査で牛馬、人力車等が荷車・牛馬車類に統合され、自動車類が、軽乗用車、乗用車、バス、軽貨物車、小型貨物車、貨客車、普通貨物車、特殊（種）車の 8 車種区分に細分化された。平成 11 年度調査で自動車類の車種区分が乗用車、バス、小型貨物車、普通貨物車の 4 車種区分となった。平成 22 年度調査では、自動車類は大型車・小型車の 2 車種区分となり、自動車類の調査が必須調査となり、その他については任意調査となった。

表 2-1 道路交通センサスにおける車種区分の推移

	昭和3年	昭和40年	平成11年	平成22年
車 種 区 分	歩行者	歩行者類	歩行者類	(任意)
	牛馬 人力車 乗合馬車 荷車 牛馬車	荷車・牛馬車類	—	—
	自転車	自転車類 二輪車類	自転車類 動力付二輪車類	(任意)
	自動自転車	—	—	—
	乗用車	軽乗用車 乗用車	乗用車	小型車
	乗合車	バス	バス	大型車
	貨物車	軽貨物車 小型貨物車 貨客車 普通貨物車 特殊(種)車	小型貨物車 普通貨物車	小型車 大型車
	電車	—	—	—
	その他			

3) 調査手法

調査手法として、調査箇所、車種区分、時間区分など様々な条件に柔軟に対応できる長所を有している人手観測が主に採用されてきた。しかしながら、人手観測には、調査場所の確保、観測員の確保、車両の識別精度、調査区間数の増大に伴うコスト増といった問題があった。このため、コスト縮減が課題となってきた平成11年度調査では、路面埋設型の簡易トラフィックカウンターを用いた簡易観測が一部区間で採用されるとともに、調査員の負担軽減のため車種区分が8車種から4車種へ見直された(表 2-1)。また、交通量の観測区間を削減するため、観測統合区間、中間中止区間という交通量調査区間に関する新たな考え方が導入された。観測統合区間、中間中止区間の概要を以下に示す。平成11年の調査では、全調査区間のうち、観測統合区間(1.7%)、中間中止区間(11.9%)と約14%の区間の交通量観測が削減されている(図 2-4)。

【観測統合区間】

同一路線の隣接する調査区間で、断面構成や沿道状況が同一かつ交通量特性も類似している区間(隣接する区間間の交通量の比が10%未満(道路管理者の判断によっては10%以上も可))であり、一方の地点でのみ観測が実施され、観測値

が代表値として用いられている区間⁵⁾。

【中間中止区間】

交通量が比較的少なく、その変動（交通量の伸び）も大きくない地方部道路の調査地点に関しては、調査年間隔を長くしてもよいと判断された区間。例えば、平成 17 年度調査においては、原則として、平成 11 年度調査の平日昼間 12 時間自動車類交通量が 4,000 台未満の区間については調査区間としては存続させるものの、概ねその半分の区間の交通量観測を中止することとされた⁵⁾。

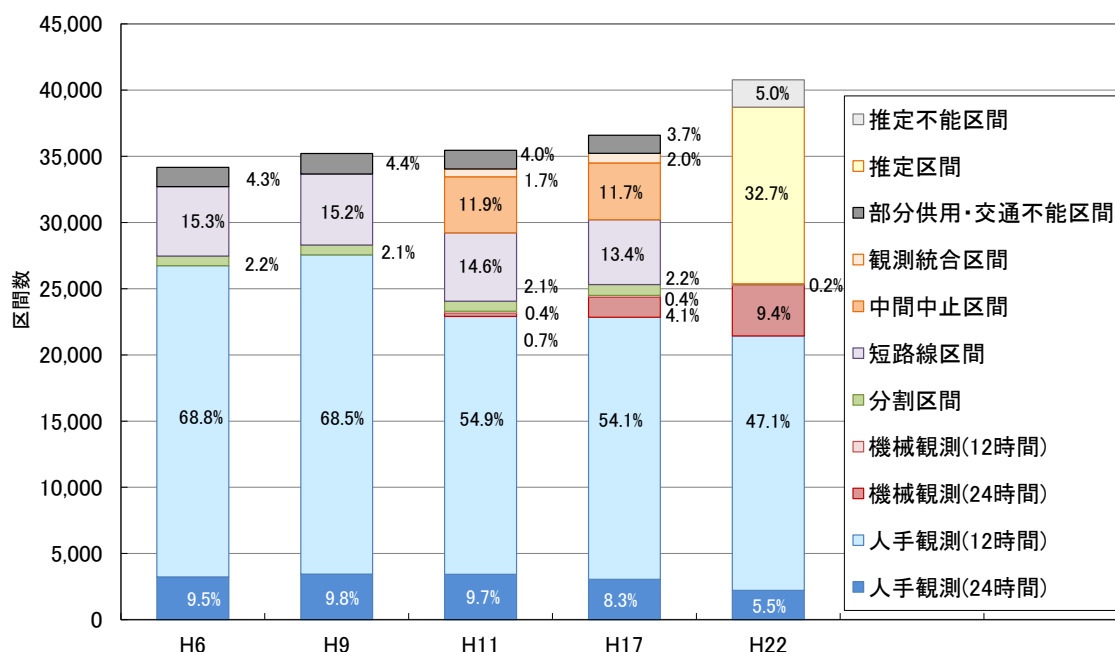


図 2-4 道路交通センサスにおける交通量調査手法の内訳

(3) 平成 22 年道路交通センサスの概要

平成 22 年道路交通センサスでは、調査方法に大きな見直しが行われた。その内容を以下に示す。

1) 調査目的の明確化

道路交通センサスの調査内容は、図 2-1 に示した通り、交通量・旅行速度などの実測を行う「一般交通量調査」と、アンケート調査等により地域間の自動車の動きを把握する「自動車起終点調査」に大別される。平成 22 年度調査では、道路交通センサス調査全体の主目的が、将来交通需要推計に必要なデータの取得とされ、OD 調査に重点が置かれた。この主目的に沿って調査項目と調査方法の見直しが行われた⁶⁾。

2) 調査区間の見直し

調査の効率化及びデータ分析の効率化の観点から、全国統一ルールに基づく調査の基本となる道路区間（以下「交通調査基本区間」という。）が新たに設定された^{7)～13)}。

従来の道路交通センサスの調査単位となる区間は「交通量及び道路状況が著しく変化しない区間」と設定されているのみで、全国で設定ルールが統一されておらず、区間の設定を行う道路管理者によりその判断基準が異なっていた。また、調査実施年度により区間割、区間番号が変化するため、経年的な分析や他の調査と組み合わせた分析を行う際に注意を要していた。そこで、平成 22 年度調査では、他の調査と組み合わせた分析や区間毎、交差点毎、ネットワークを活用した分析が容易となるよう交通分析の情報プラットフォームを志向した交通調査基本区間が定められた。その設定方法は表 2-2 に、その設定イメージは図 2-5 に示す通りである。

交通調査基本区間は、全国で約 9 万区間が設定されている。そのすべての区間において交通量調査を実施することは困難である。交通量調査を効率化する観点から、連続する交通調査基本区間のうち交通量が著しく変化しないと考えられる区間を複数集約した交通量調査単位区間が設定された。前出の観測統合区間の考え方と類似している。交通量調査の実施にあたっては、交通量調査単位区間を構成する交通調査基本区間のうち代表的な 1 区間を調査する。交通量調査単位区間は全国に約 4 万区間が設定された。

表 2-2 交通調査基本区間の設定方法

分割箇所	理由
①他の幹線道路が接続する箇所(幹線道路同士の交差点、IC 等)	交通量、速度等の交通サービスの状況を把握し、交差点毎の分析を容易にするため
②大規模施設のアクセス点	交通状況が著しく異なる区間を別々に扱うため
③道路管理者が異なる箇所	道路管理者単位での集計等を容易にするため
④自動車専用道路に指定されている区間の起終点	自動車専用道路の交通特性が一般道路とは大きく異なるため
⑤市区町村界と交差する箇所	市区町村別の集計等を容易にするため

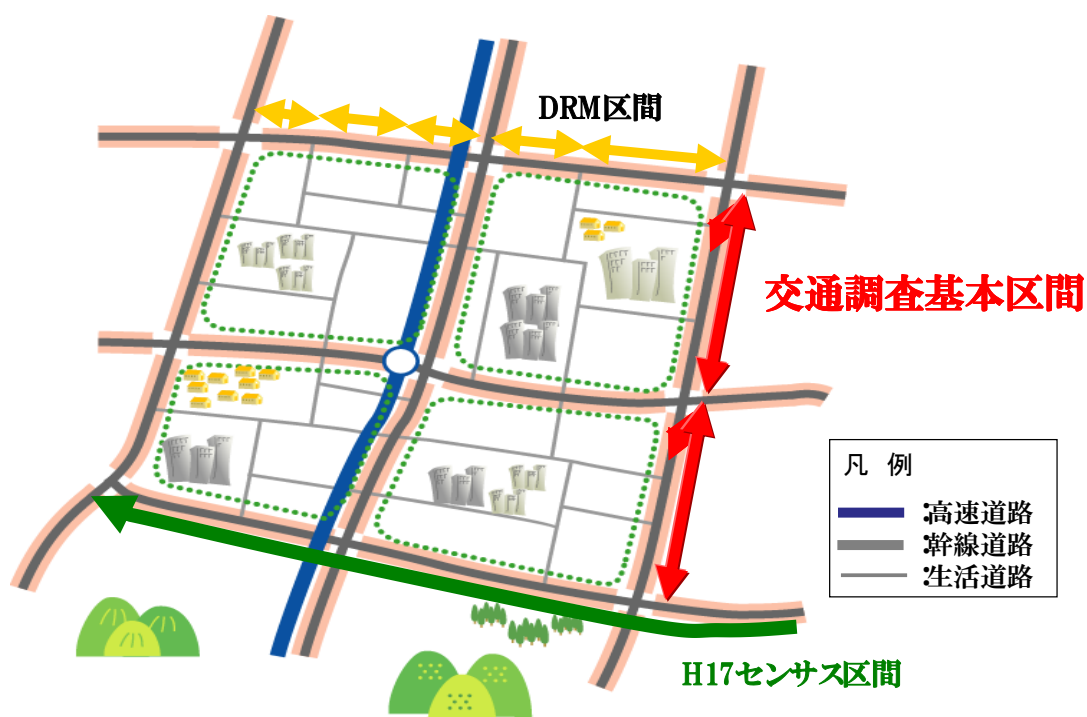


図 2-5 交通調査基本区間の設定イメージ

(4) 平成 22 年道路交通センサス交通量調査の概要¹⁴⁾

1) 調査日

交通量調査は、秋季の平日に行われ、観測日は、9 月～11 月の平日の中から任意に選定されている。月曜日、金曜日、土曜日、日曜日、祝祭日及びその前後の日、台風等の異常気象の場合その他の通常と異なる交通状態が予想される日は避けられている。

2) 調査対象の交通量データ

前述の通り、平成 22 年道路交通センサスでは、平日データのみとなり、休日データは任意調査となった。昼夜率算出の必要性などを考慮し観測時間帯が設定されている。なお、12 時間及び 24 時間の観測時間帯は表 2-3 の通りである。

表 2-3 交通量調査の観測区分と観測時間帯

観測区分	観測時間帯
12 時間観測	午前 7 時～午後 7 時
24 時間観測	午前 7 時～翌午前 7 時 または午前 0 時～翌日午前 0 時

車種区分は 2 車種別（小型車・大型車別）であり、12 時間交通量または 24 時間交通量の調査が行われている。人手観測における自動車類の分類はナンバープレートの形状、塗色、分類番号によることが原則とされている。その分類は表 2-4 のとおりである。

表 2-4 人手観測における自動車類の車種区分

観測区分	種別	内容
小型車	乗用車	ナンバー5（黄と黒のプレート） ナンバー3、8（小型プレート） ナンバー3、5、7
	小型貨物車	ナンバー4（黄と黒のプレート） ナンバー3、6（小型プレート） ナンバー4、6
大型車	バス	ナンバー2
	普通貨物車	ナンバー1 ナンバー8、9、0

3) 調査の対象区間

調査の対象区間については、将来交通需要推計に必要なデータの取得という主目的を踏まえ、

①OD 調査結果の照査に必要な区間

②新規供用等周辺ネットワークの変化により交通流が大きく変化した区間となっている（図 2-6）。

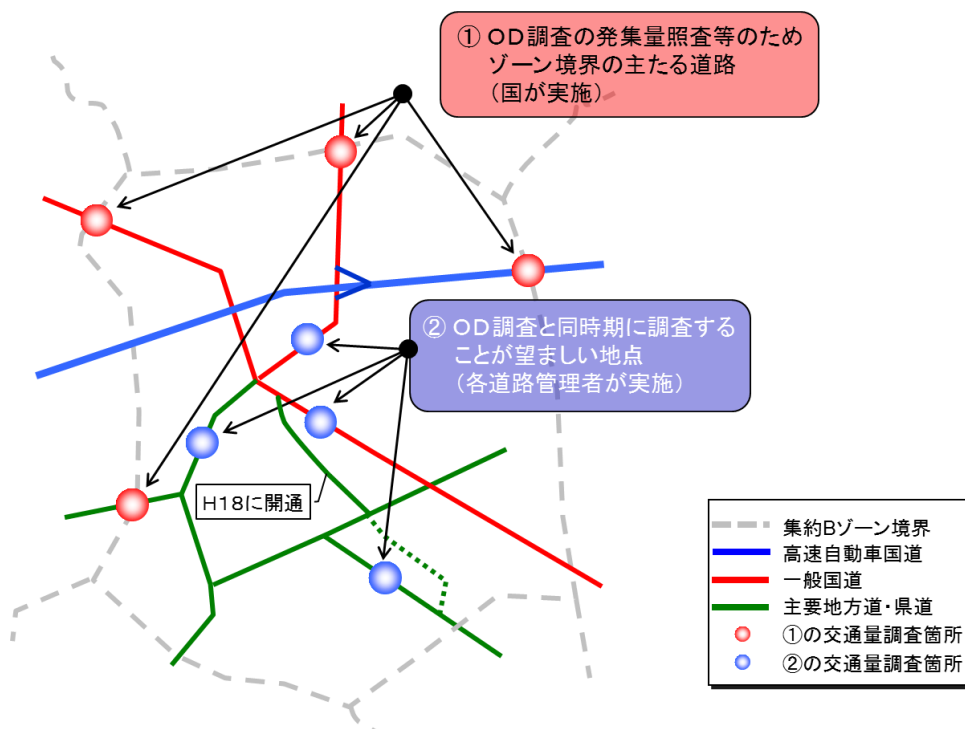


図 2-6 平成 22 年度道路交通センサスにおける交通量調査箇所の考え方

4) 調査手法

コスト縮減の観点から、交通量調査は機械観測を基本としつつ、道路管理者が実

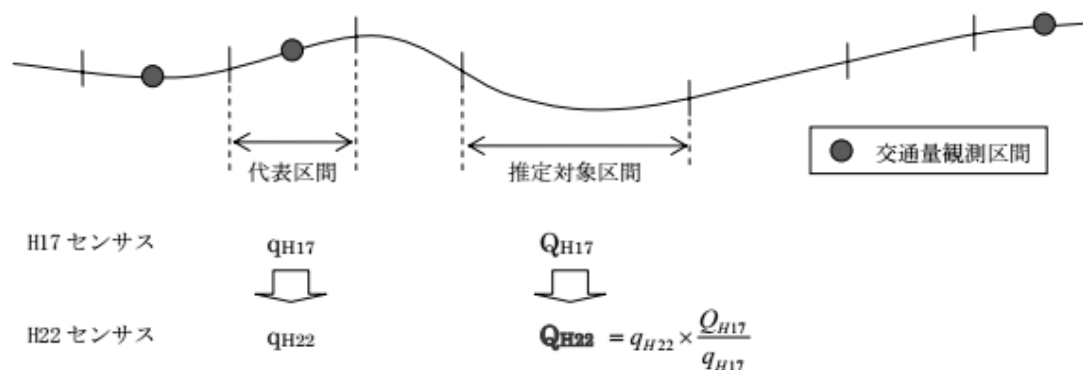
施している常時観測、路面設置型車両感知器や路側設置型車両感知器を利用した簡易観測、人手観測から、観測対象、観測コスト等を勘案して道路管理者により選定されている。しかしながら、50%以上が人手により観測する方法となっている。また、人手観測が主であるため、12時間の観測の割合が大きい（図 2-4）。

実測されていない区間については、交通量観測を実施した区間の交通量調査結果と平成 17 年度調査の交通量を用いた推定が行われている。推定方法は、路線推定と地域推定に分けられる。直轄国道については、「路線推定」を基本として、補助国道、主要地方道（指定市の主要市道を含む）、一般都道府県道、指定市の市道については、「地域推定」を基本として交通量の推定が行われた。なお、災害等による調査の中止、新規路線等により平成 17 年度交通量調査結果が存在せず、推定ができない区間は「推定不能」となっている。推定手順と考え方を以下に示す。

①昼間 12 時間の交通量の推定

【路線推定】

まず、交通量の推定対象区間と交通動向の関連性が最も高いと考えられる交通量調査単位区間を、交通量観測区間の中から 1 つの区間を代表区間として選定する。次に推定対象区間と代表区間との平成 17 年度センサスにおける交通量の比を、代表区間の平成 22 年度センサスにおける 12 時間交通量に乘じることにより推定対象区間の平成 22 年度センサス 12 時間交通量が推定されている。推定された 12 時間交通量に、当該推定区間の平成 17 年度センサス結果を用いて算定した 12 時間交通量に対する方向別車種別時間係数を乗じて、1 時間単位の方角別車種別交通量が推定されている。



【地域推定】

まず、推定対象区間の平成 17 年度センサス 12 時間交通量と、推定対象区間が属する同一グループ内において平成 17 年度及び平成 22 年度の両センサスで交通

量観測を実施した全ての区間の平成 17 年度センサスの 12 時間平均交通量との交通量の比が算定される。次に、算定された交通量比を、推定対象区間が属する同一グループ内において平成 17 年度及び平成 22 年度の両センサスで交通量観測を実施した全ての区間の平成 22 年度センサスの 12 時間平均交通量に乘じることで、推定対象区間の平成 22 年度センサス 12 時間交通量が推定されている。推定された 12 時間交通量に、当該推定区間の平成 17 年度センサス結果を用いて算定した 12 時間交通量に対する方向別車種別時間係数を乗じて、1 時間単位の方角別車種別交通量が推定されている。

地域推定のグループは、全国 15 ブロック別、直轄・非直轄別、沿道状況 4 区分（DID、その他市街部、平地部、山地部）別の全 120 グループとなっている。全国 15 ブロックは表 2-5 の区分で分類されている。

グループ別の平均交通量の算定にあたっては、対象となる区間の交通量の単純平均により求められている。なお、周辺道路網の改変等により、平成 17 年度調査以降に交通量が大きく変動している箇所は平均交通量算定の対象から除かれている。

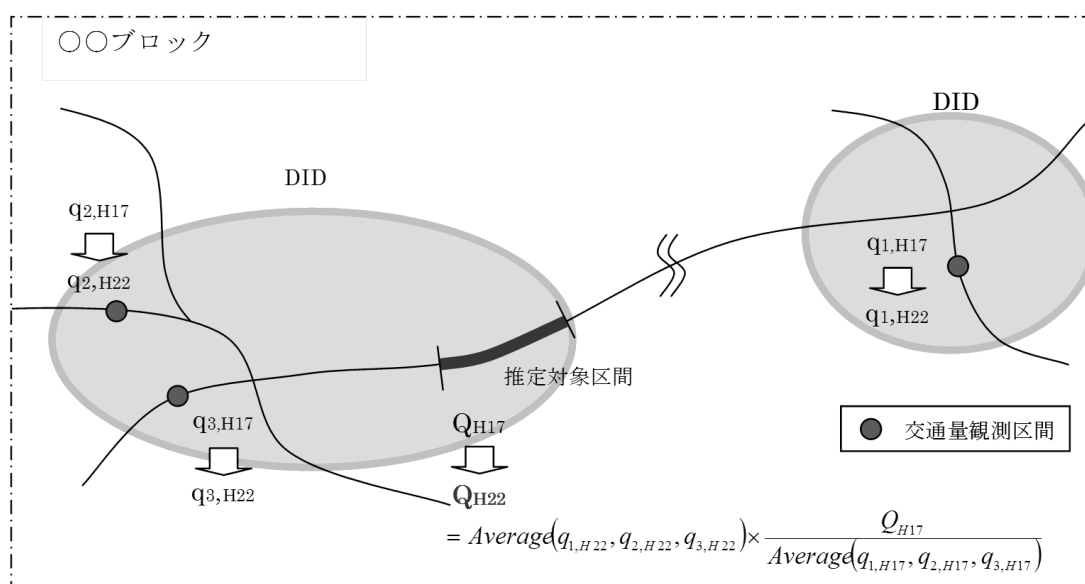


図 2-8 地域推定の考え方

表 2-5 地域推定のグループ

ブロック	対応する都道府県
北海道	北海道
北東北	青森県、岩手県、秋田県
南東北	宮城県、山形県、福島県
関東内陸	茨城県、栃木県、群馬県、山梨県、長野県
関東臨海	埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県
北陸	新潟県、富山県、石川県
東海	岐阜県、静岡県、愛知県、三重県
近畿内陸	福井県、滋賀県、京都府、奈良県
近畿臨海	大阪府、兵庫県、和歌山県
山陰	鳥取県、島根県
山陽	岡山県、広島県、山口県
四国	徳島県、香川県、愛媛県、高知県
北九州	福岡県、佐賀県、長崎県、大分県
南九州	熊本県、宮崎県、鹿児島県
沖縄	沖縄県

②昼夜率及び夜間 12 時間大型車混入率の推定

24 時間交通量が観測されなかった交通量調査単位区間については、平成 17 年度の 24 時間観測値による昼夜率及び夜間 12 時間大型車混入率の設定、または平成 22 年度に 24 時間観測が実施された区間の交通量調査結果を用いた「路線設定」もしくは「地域設定」により昼夜率及び夜間 12 時間大型車混入率の設定が行われている。

24 時間交通量が観測されなかった交通量調査単位区間で、平成 17 年度に 24 時間観測を実施した区間については、「H17 観測昼夜率」が設定された。24 時間交通量が観測されなかった交通量調査単位区間で、平成 17 年度に 24 時間観測が実施されなかった区間は、直轄国道については「路線設定」により、補助国道、主要地方道（指定市の主要市道を含む）、一般都道府県道、指定市の市道については「地域設定」により、昼夜率の設定が行われている。

【路線設定】

まず、推定対象区間と交通動向の関連性が高いと考えられる交通量調査単位区間が、24 時間観測を実施した区間の中から 1 つの区間を代表区間として選定された。代表区間の昼夜率及び夜間 12 時間大型車混入率を、推定対象区間の昼夜率及び夜間 12 時間大型車混入率として設定されている。

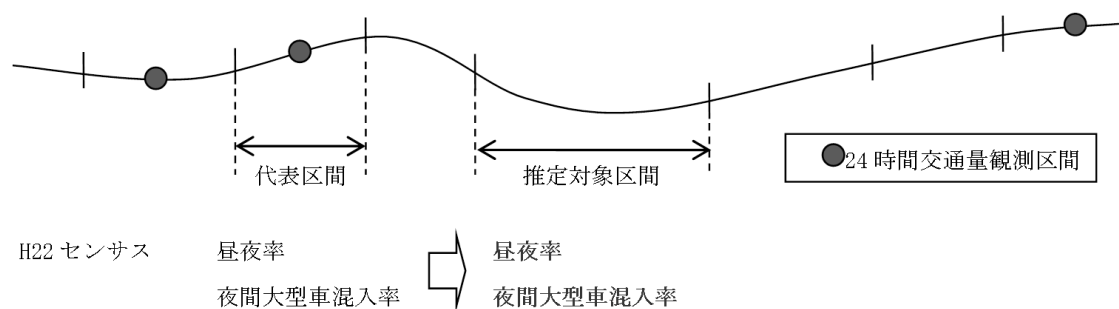


図 2-9 路線設定の考え方

【地域設定】

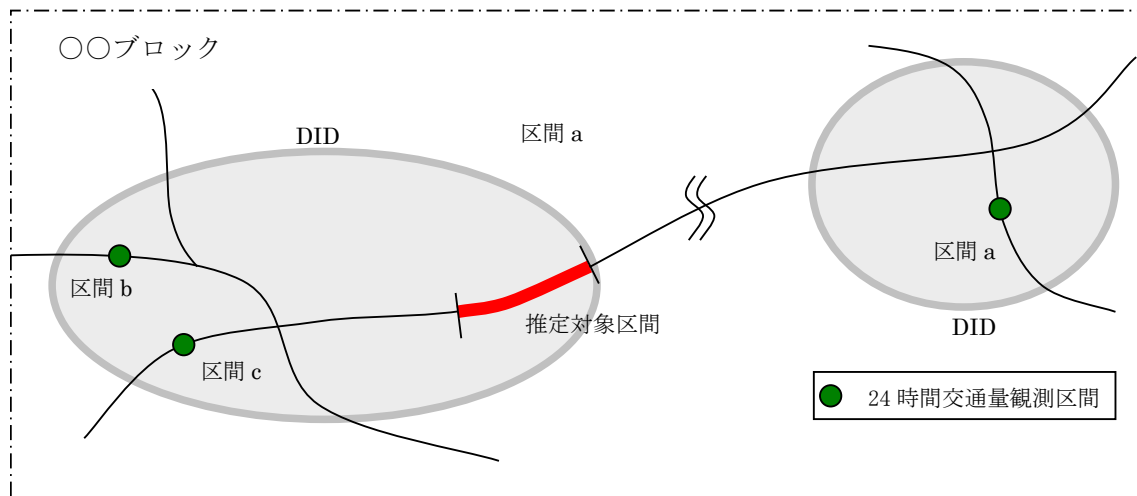
まず、推定対象区間が属する同一グループ内において、24 時間交通量観測が実施された全ての区間の 24 時間平均交通量を昼間 12 時間平均交通量で除すことにより昼夜率が設定された。次に、推定対象区間が属する同一グループ内において、24 時間交通量観測を実施した全ての区間の夜間 12 時間大型車平均交通量を夜間 12 時間全車平均交通量で除すことにより夜間 12 時間大型車大型車混入率が設定された。

地域設定のグループは、交通量の推定と同様に、全国 15 ブロック別、直轄・非直轄別、沿道状況 4 区分（DID、その他市街部、平地部、山地部）別の全 120 グループとなっている。

グループ別の昼夜率と夜間 12 時間大型車混入率の平均値の算定は以下の方法となっている。

昼夜率は、グループ内の全ての 24 時間観測区間を対象とし 24 時間平均交通量及び 12 時間平均交通量をそれぞれ算術平均により求め、24 時間平均交通量を 12 時間平均交通量で除して算定されている。

夜間 12 時間大型車混入率は、グループ内の全ての 24 時間観測区間を対象とし、夜間 12 時間大型車交通量及び夜間 12 時間全車交通量をそれぞれ算術平均により求め、夜間 12 時間大型車交通量を夜間 12 時間全車交通量で除して算定されている。



(地域設定による推定対象区間昼夜率、夜間 12 時間大型車混入率の設定)

$$\text{昼夜率} = \frac{\text{区間}a, \text{区間}b, \text{区間}c\text{の}24\text{時間平均交通量}}{\text{区間}a, \text{区間}b, \text{区間}c\text{の昼間}12\text{時間平均交通量}}$$

$$\text{夜間}12\text{時間大型車混入率} = \frac{\text{区間}a, \text{区間}b, \text{区間}c\text{の夜間}12\text{時間大型車平均交通量}}{\text{区間}a, \text{区間}b, \text{区間}c\text{の夜間}12\text{時間全車平均交通量}} \times 100$$

図 2-10 地域設定の考え方

(4) 道路交通センサス交通量調査の精度

1) 年平均日交通量の観測精度

平成 22 年度道路交通センサスにおける年平均日交通量の観測精度を確認するため、近畿地方に設置された車両感知器のうち、H22 道路交通センサスにおける交通量観測日（9 月～11 月の平日のうち月曜日、金曜日、土曜日、日曜日、祝祭日及びその前後を除く日（31 日間））に交通量データが取得された 44 箇所を対象に、平成 22 年度の年平均日交通量に対する観測日ごとの観測精度を確認した（表 2-6）。その結果、誤差の大きかった番号 11、39 を除きすべてが %RMS 誤差 10% 以内（最大番号 29 の 8.8%）であった。設定された観測日に交通量調査を実施することで、高い精度で年平均日交通量に近い値が得られることが分かった。

なお、誤差が大きい番号 11、39 については、平成 22 年度 1 年間の中で、交通量が大きく変化した区間であった。例えば、番号 39 については、滋賀県内の国道 161 号であり、11 月から開始された工事の影響により交通量が大きく減少していた¹⁵⁾（図 2-11）。

表 2-6 年平均日交通量の把握精度

番号	年平均日交通量	RMS誤差	%RMS誤差	番号	年平均日交通量	RMS誤差	%RMS誤差
1	16,825	971	5.8	23	33,478	988	3.0
2	18,269	966	5.3	24	34,052	930	2.7
3	38,570	760	2.0	25	53,192	1,793	3.4
4	18,551	723	3.9	26	37,935	1,648	4.3
5	68,940	1,400	2.0	27	68,180	1,259	1.8
6	70,603	2,079	2.9	28	16,666	635	3.8
7	93,080	3,110	3.3	29	9,131	800	8.8
8	83,997	3,780	4.5	30	10,067	635	6.3
9	57,708	3,507	6.1	31	9,684	676	7.0
10	44,797	2,797	6.2	32	15,135	624	4.1
11	21,808	6,724	30.8	33	40,584	1,736	4.3
12	9,120	391	4.3	34	8,803	681	7.7
13	7,916	541	6.8	35	11,291	349	3.1
14	24,408	376	1.5	36	22,208	449	2.0
15	23,793	1,053	4.4	37	13,969	458	3.3
16	22,696	560	2.5	38	10,900	942	8.6
17	25,713	661	2.6	39	29,762	8,588	28.9
18	14,672	906	6.2	40	48,483	2,161	4.5
19	11,025	328	3.0	41	33,351	1,895	5.7
20	5,965	292	4.9	42	25,166	1,021	4.1
21	10,106	409	4.0	43	26,816	633	2.4
22	49,041	727	1.5	44	36,318	1,504	4.1

日交通量(台)

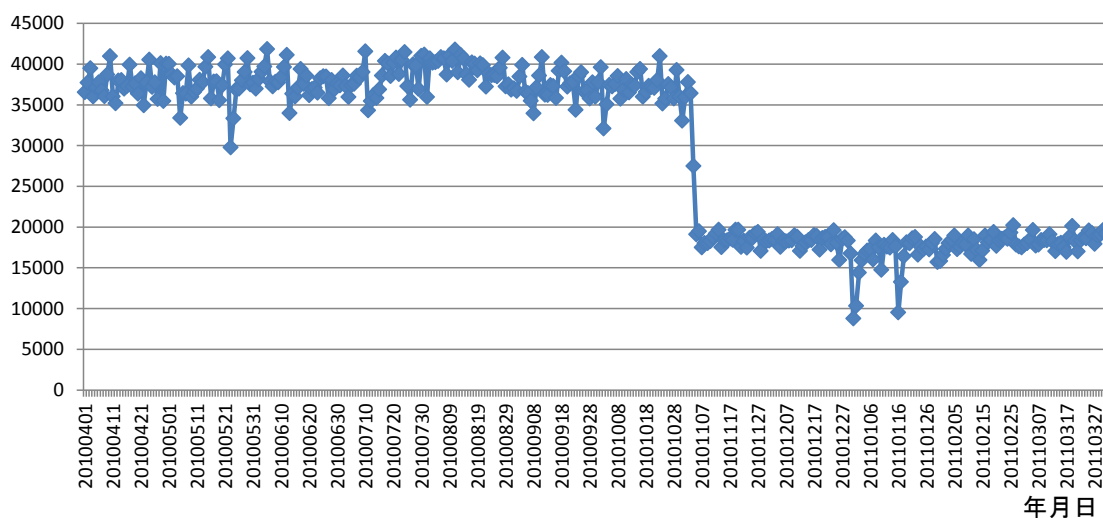


図 2-11 滋賀県内国道 161 号の車両感知器の日交通量の変化

2) 時間別方向別車種別交通量の観測精度

1) の分析対象の車両感知器 44 箇所から 1) で日交通量の変動に異常が見られた 2 箇所を除いた 42 箇所を対象に、それぞれ平成 22 年度の年平均の方向別車種別時間別交通量の観測精度を確認した。具体的には、H22 道路交通センサスにおける交通量観測日（9 月～11 月の平日のうち月曜日、金曜日、土曜日、日曜日、祝祭日及びその前後を除く日（31 日間））において、交通量観測を実施した場合、どの程度の精度で年

平均の方向別車種別時間別交通量が観測できるかを確認した（図 2-13）。その結果、小型車の%RMS 誤差は 12%程度（RMS は 80 程度）、大型者の%RMS 誤差は 31%程度（RMS は 35 程度）であった。

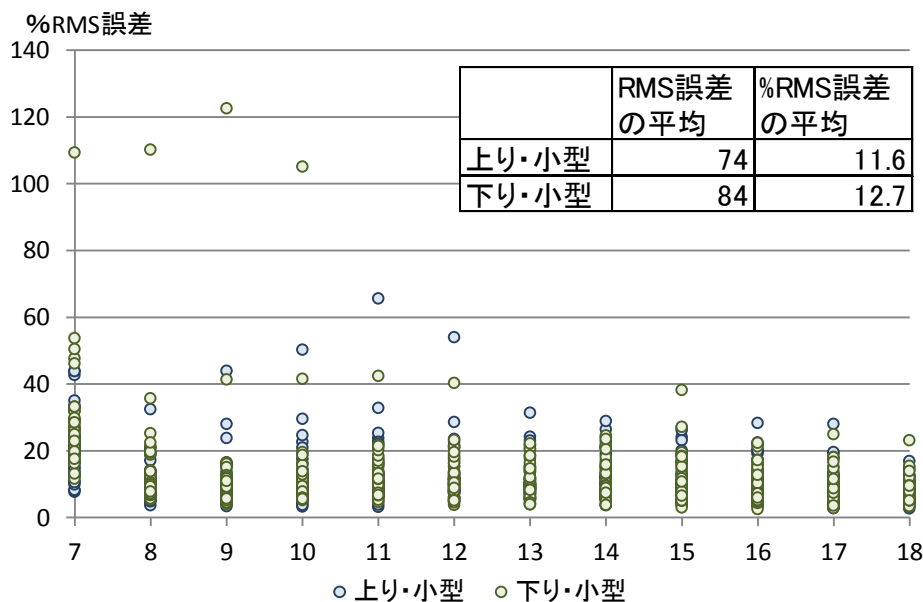


図 2-12 年平均方向別車種別時間別交通量の把握精度（小型車）

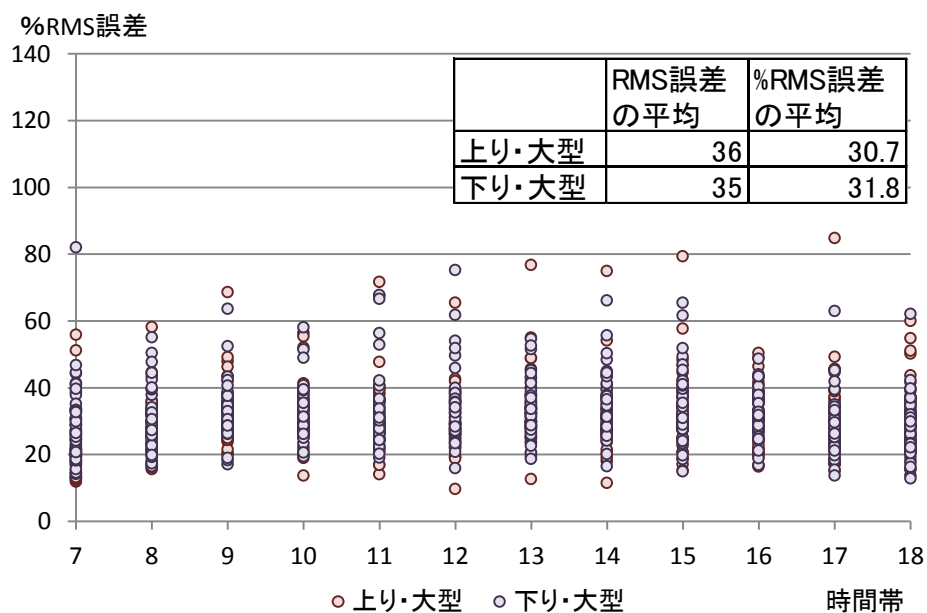


図 2-13 年平均方向別車種別時間別交通量の把握精度（大型車）

3) 平成 22 年道路交通センサスにおける昼間 12 時間断面交通量の推定精度

全国の補助路線（都道府県知事管理又は政令市市長管理）で、平成 22 年、平成

17 年道路交通センサスとともに実測された区間から、周辺ネットワークに大きな改変の無い区間（15,927 区間）を抽出して精度検証を実施した。検証は、地域推定の方法により推定された昼間 12 時間断面 12 時間交通量と実測した昼間 12 時間断面交通量との誤差率（ $(\text{推定値} - \text{実測値}) / \text{実測値} (\%)$ ）を算定し、比較検証を行った。

検証の結果、誤差率の分布の以下の通り、誤差率 0%と中心とした正規分布に近い形となっている。ともに誤差率 100%以上の区間が 450 区間程度存在しており、誤差率の絶対値の平均は 27%であった。

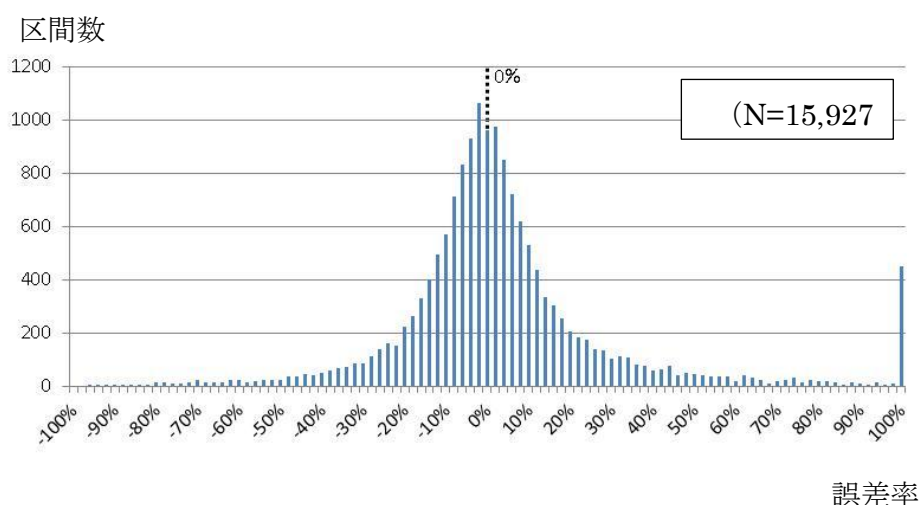


図 2-14 平成 22 年道路交通センサスにおける昼間 12 時間断面交通量の推定精度

(5) 平成 22 年度道路交通センサス交通量調査の課題

平成 22 年度道路交通センサス交通量調査の課題として、次の点があげられる。

1) 調査頻度

5 年に一度の道路交通センサスだけでは、道路交通データのニーズを果たすことができなくなっている。より高頻度でのデータ収集が求められている。

2) 調査コスト

既往資料¹⁶⁾によれば、交通量調査のコストは、昼間 12 時間の人手観測が 15 万円/箇所、簡易観測 11 万円となっている。このデータを基に、24 時間の人手観測が 30 万円/箇所（単純に 2 倍とした）、簡易観測 11 万円/箇所（機械計測のため、12 時間観測と 24 時間観測とでのコスト変化はないと考えた）と仮定して、平日データの調査コストを試算すると、平成 6 年は約 45 億、平成 9 年は約 47 億、平成 11 年は約 40 億、平成 17 年は約 41 億、平成 22 年は約 40 億となった。平成 11 年に観測統合区間、中間中止区間が導入され、コストが縮減されている。平成 22 年においては、コスト縮減の観点から、機械計測の基本とされるとともに、交通量の観測結果を基にした非観測区間の交通量推定が導入されたものの、平成 11 年、平成 17

年と同程度の調査コストを要していると試算された。調査コストの縮減が課題となっている。

2.2.2 交通量データの調査手法

第1章で述べたとおり、交通量データの調査手法は、人手観測と機械計測に分けられる。人手観測は、調査箇所、車種区分、時間区分など様々な条件に柔軟に対応できる長所を有しているものの、調査時間の長さや調査回数、調査箇所数の多さによる調査費用が増大するなどの短所がある。機械計測は、常時観測と簡易観測に分けられる。常時観測は、24 時間 365 日のデータ収集が可能という長所を有しているものの、調査箇所が限定されるという短所を有している。簡易観測は、人手観測に比べ調査時間の長さや調査回数、調査箇所数の多さによる調査費用の増加が小さい、複数日の連続観測が可能という長所を有しているものの、機器の仕様により調査可能な車種区分が限定されるほか、道路構造等により調査制約があるなどの短所を有している。

本節では、交通量データの調査手法についてももう少し細かく述べる。

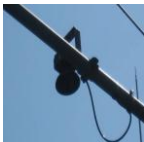
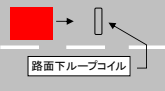

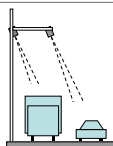
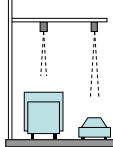

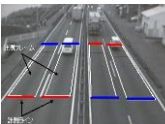


2.2.2.1 交通量の常時観測

(1) 常時観測に用いられる車両感知器

常時観測は、国土交通省だけでなく、高速道路会社、交通管理者などでも行われている。常時観測に用いられる車両感知器は、交通量のカウント、車種分類などを自動的に実施する機器であり、赤外線や超音波を用いたものなど、様々な観測方式が存在する。主に用いられる観測方式の概要を表 2-7 に示す。

また、車両感知器の設置主体別に、主な観測方式、車種、車種分類の考え方について整理したものを表 2-8 に示す。国土交通省では、主に超音波＋ループコイル式の 2 つの方式が併用され、乗用車、バス、小型貨物、普通貨物の 4 車種が観測されてきた。しかしながら、近年の車両モデルの変化により、4 車種の分類が難しくなってきたため、小型車・大型車の 2 車種分類でデータ整理が行われている。なお、平成 22 年度道路交通センサスにおいても小型車・大型車の 2 車種で調査が実施されている。高速道路会社や交通管理者では、超音波式やループコイル式などが単体で用いられることが多く、車種分類も小型車・大型車の 2 車種となっている。

表 2-7 車両感知器の観測方式

観測方式	観測原理	センサの設置位置	活用実態		特徴	機器イメージ
			導入事例			
超音波式	パルス音反射波の帰着時間の差の検出。センサによっては車長・車速等も同時計測可能。	車線直上または側方	多	交通管理者、道路管理者等に多数導入事例あり	常時観測導入機種では120km/hまで計測可能。	
ループコイル式	車両通過時の電磁誘導により車両を検知。複数設置により車長・車速等を計測可能。	路面下	多	国土交通省、Nexcoなど道路管理者に多数導入事例あり	他方式と比較して精度が高く、計測データが安定している。反面、	
光学式	光線の遮断、反射の検出。主に近赤外線が使用される。センサによっては車長・車速等も同時計測可能。	車線直上	多	交通管理者、道路管理者等に多数導入事例あり	常時観測導入機種では120km/hまで計測可能。	
遠赤外線式	遠赤外線により路面温度と車両温度の差を検出することで車両を検知。	車線直上または側方	少	交通管理者に導入事例あり	パッシブ型のため消費電力が小さく、ソーラーシステムでの稼働が可能。側方設置が可能。車長や速度計測には向かない。	
マイクロ波式	路上を走行する車両へマイクロ波を発射、車両の存在を検知。	車線直上または側方	少	交通管理者に導入事例あり	汎用性が高いが電波法による規制の影響を受けるため、国内の導入事例は少ない。	
地磁気式	車両通過による磁場の変化より車両の存在を検知。複数設置により車長・車速等を計測可能。	路上または路面下	少	国土交通省や地方自治体など道路管理者に導入事例あり	微弱な地磁気を扱う為、電線、マンホール、橋梁構造等の影響を受けない環境であることが必要。	
画像処理方式	道路上空または側方に設置したテレビカメラで複数車線の車両を撮影し画像処理することにより、車両の存在、速度や車種を計測。	車線直上または側方	多	交通管理者や国土交通省、Nexcoなど道路管理者に多数導入事例あり	管理用画像との共用が可能。車間が短い場合、車両の重なりにより台数・車種判別精度が低下する。また夜間は主にヘッドライトでの認識となり、車種判別精度が極めて低下する。	
空圧管式	路上に空圧管ホースを設置し、車両通過時の圧力変化により車両を検知。複数設置により車長・車速等を計測可能。	路上	僅少	国土交通省や地方自治体など道路管理者に導入事例あり	走行性に影響がある。低速度で欠測。	
超音波＋ループコイル式	超音波式＋ループコイルの組み合わせにより台数及び車長・車速を計測する。	車線直上及び路面下	多	国土交通省に多数導入事例あり	他方式と比較して精度が高く計測が安定している。常時観測導入機種では160km/hまで計測可能。	

最新道路ハンドブック¹⁷⁾を基に作成

表 2-8 常時観測での観測内容

主体	主な観測方式	車種
国土交通省	超音波＋ループコイル式 超音波式 光学式	4 車種 ・乗用車 ・バス ・小型貨物 ・普通貨物 2 車種 ・小型車 ・大型車
高速道路会社	超音波式 ループコイル式	2 車種 ・小型車 ・大型車
交通管理者	超音波式 画像処理式 光学式 等各種	2 車種 ・小型車 ・大型車

(2)車両感知器の設置目的と設置状況

車両感知器は、地点速度の収集が可能なものも存在しており、交通量データの収集だけでなく、渋滞等の交通状況把握にも用いられている。

例えば、首都高速道路株式会社では、300m～600m の間隔で車両感知器を設置し、旅行速度データを収集している¹⁸⁾。西日本高速道路株式会社では、2km 程度の間隔で車両感知器を設置し、旅行速度データを収集している¹⁹⁾。

交通管理者については、信号運用などの交通制御のため、主要交差点の流入部手前に車両感知器が設置されている。警察庁資料²⁰⁾によれば、平成 21 年度末時点で、超音波式が約 134,800 基、光学式が約 56,000 基、画像処理式が約 5,700 基、マイクロ波式が約 3,400 基、ループコイル式が約 300 基設置されている。

国土交通省においては、交通量の経年変化、季節変化、月変化、日変化、時間変化などを把握することを目的として、直轄国道上に、約 900 箇所（平成 25 年度時点）の車両感知器が設置されている。常時観測箇所は、原則として大都市郊外部及び中都市以上の都市間に設置されてきた。適時車両感知器の拡充が行われてきたものの、設置箇所には路線差、地域差が発生している。図 2-15 は九州地方の常時観測箇所を示したものであるが、各県で常時観測箇所に差があることが分かる²¹⁾。



九州地方整備局 HP²¹⁾より抜粋

図 2-15 九州地方の常時観測箇所

(3)交通量の観測精度

車両感知器による交通量の観測精度は 100%ではなく、感知漏れやダブルカウントが発生する。例えば、赤羽ら²²⁾は、車両が車線変更の際に車線をまたいで車両感知器設置断面通過すること、大型車の未感知、多軸車のダブルカウントが、車両感知器の交通量観測における過剰計数、過小計数に影響を与えると指摘している。さらに、首都高速道路株式会社の車両感知器データを用いた精度確認により、車線をまたいで車両感知器設置断面を通過する影響は地点により異なり、1%未満の断面もあれば、3%近い断面もあることを確認している。安井²³⁾は、交通管理者の車両感知器データを用いて超音波式、光学式、画像処理式の感知特性に関する研究を行っており、それぞれ、感知精度が、94%、93%、99%であったことを示している。さらに、光学式は黒色車

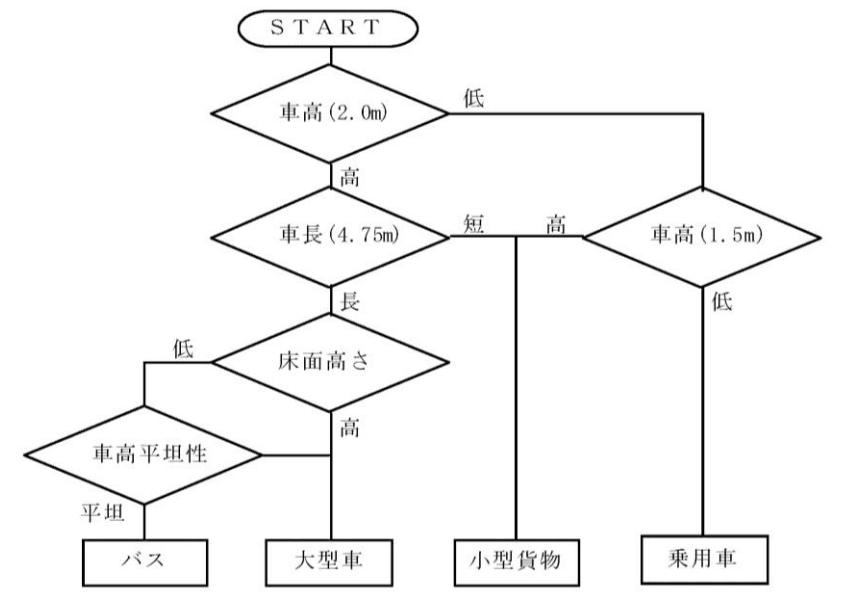
両を感知率が劣ること、画像処理式は渋滞時に感知抜けを発生する可能性があることを述べている。

車両感知器による交通量の観測精度は、車両感知器の感知特性の影響を受けるものの、高い精度での交通量の観測が可能と考えられる。

(4)国土交通省の常時観測の概要

1)国土交通省における交通量の常時観測

国土交通省の常時観測は、基本的に乗用車、バス、小型貨物、普通貨物の4車種区分の交通量データを、5分単位又は1時間単位で収集・蓄積してきた。これらの車種区分は、車両感知器により異なるものの、車高、車長、床面高さ、車高平坦性により判別されてきた（図 2-16）。



分類車種	車 高	車 長	床面高さ	車高平坦性
バ ス	2.0m以上	4.75m以上	低	平 坦
大型貨物	2.0m以上	4.75m以上	高	不平坦
小型貨物	1.5m以上2.0m未満	—	—	—
	2.0m以上	4.75m未満		
乗 用 車 (ライトバン含)	1.5m未満	—	—	—

図 2-16 車種判別のフロー（超音波式＋ループ式）

しかしながら、近年は各車種の車両の形状が大幅に変化しており、車種分類において誤判別が増加していた。主な車両の形状・諸元における 4 車種分類の問題点と対応について述べる。

①車両モデルと常時観測の車種区分

車両モデルと常時観測の車種分類との整合性を検証するため、常時観測 4 車種分類に従って、自動車技術会「自動車諸元表」から平成 17 年～21 年のモデルについて車両型式毎に集計した結果を以下に示す。

集計の結果、乗用車については車高が 1.5m を超えるモデルが半数以上を占めていることが判明した。これらについては小型貨物に分類される可能性が高く、判別誤差が発生する。また、普通貨物や小型貨物の一部において、誤分類される可能性がある。

表 2-9 車両諸元集計結果

■4車種分類での集計結果

車種	車長4.75m未満			車長4.75m以上			合計	誤判別可能性モデル	
	車高1.5m未満	車高1.5m～2.0m	車高2.0m以上	車高1.5m未満	車高1.5m～2.0m	車高2.0m以上		誤判別	比率
乗用車	624	808	2	288	303	12	2037	1125	55.2%
小型貨物	13	419	0	0	0	0	432	13	3.0%
普通貨物	0	8	22	0	10	2409	2449	40	1.6%
バス	0	0	0	0	0	230	230	0	0.0%

凡例 : 誤判別の可能性 : 諸元上の分類は問題なし

※自動車技術会「自動車諸元表」²⁴⁾から 2005～2009 のモデルについて車両型式毎に集計

②常時観測における車長・車高による 4 車種判別

車長や車高など車種判別の閾値は、ナンバープレートによる分類を前提に設定されている。全長とともに車高や車高平坦性を同時に計測しているため、小型車・大型車の分類については精度が確保されていると考えられる。しかしながら、乗用車と小型貨物については形状が似通っているものがあり、厳密な判別が困難となっている。個々の車種別の概要と課題は次の通り。

【乗用車】

乗用車は小型乗用自動車（5 ナンバー）と普通乗用車（3 ナンバー）が存在する。小型自動車の規定は全長 4.7m・全幅 1.7m・全高 2.0m 以下及びガソリン車の場合排気量 2000cc 以下、小型自動車に当てはまらないものが普通乗用車に分類される。

普通乗用車については全長 4.75m 以上のものも存在するものの、ハイエースなどの一部の車両を除き全高は 2.0m 以下となっている。

このため、全高が 1.5m を超える乗用ミニバンや RV 車の一部については小型貨物に誤分類される可能性が、全高 2.0m を超える乗用ミニバンについては、小型貨物やバスへの誤分類される可能性がある。

【小型貨物】

小型貨物車（いわゆる 4 ナンバー）は、貨物用途の車両のうち全長 4.7m・全幅 1.7m・全高 2.0m 以下及びガソリン車の場合排気量 2000cc 以下のものをいう。トラック型のもの以外にも、乗用車と同様の形状のものも存在する（バンタイプ・ワゴンタイプ等）。

車高の低いワゴンタイプのものは乗用車に誤分類される可能性がある。

【バス】

普通自動車のうち乗用で乗車定員が 11 名以上のもの（2 ナンバー）をいう。マイクロバスでも全長 7m 程度となっている。

【大型貨物（普通貨物）】

普通自動車のうち貨物用途のもの（1 ナンバー）である。最大積載量または車両総重量により、ナンバープレートのサイズが異なる。旧来は平ボディが一般的であったが、現在はバン、平ボディなど様々な形状が存在する。ワンボックスタイプで全長 5m 程度の普通貨物車なども存在する（ハイエースバンなど）。通常のトラックタイプの場合、基本的には小さいものでも全長 6m 程度となる。車長 4.75m 未満であるものの、高さが 2.0m を超えるため普通貨物に分類されるモデルも存在する。

バンタイプについては車高が平坦なためバスへの誤分類も考えられる。また、車長 4.75m 未満のモデルは小型貨物に誤分類される可能性がある。

③車種判別の課題への対応

近年の車両モデルにおいては、小型貨物・乗用車の分類、普通貨物・バスについて形状からの分類が難しくなっている。このため、近年はデータの利用場面を踏まえ、小型車・大型車の 2 車種分類でデータ整理が行われている。平成 22 年度道路交通センサスにおいても小型車・大型車の 2 車種で調査が実施されている。

(5)国土交通省の常時観測の課題

1)常時観測箇所

(2)で述べた通り、国土交通省では、直轄国道上に、約 900 箇所（平成 25 年度時点）の車両感知器が設置されている。常時観測箇所は、原則として大都市郊外部及び中都市以上の都市間に設置されてきた。適時車両感知器の拡充が行われてきたものの、設置箇所には路線差、地域差が発生している。

2)常時観測データの異常値・欠測値

既設の車両感知器は、定期的に機器の保守・点検を行っているものの、(3)で紹介したように観測誤差が発生するほか、異常値や欠測値が発生する場合がある。発生する異常値や欠測値には、保守・点検時の短時間の欠測のほか、図 2-17 のように停電・故障など観測機器の異常による数日から数週間にわたる長時間の欠測値や異常値がある。長期にわたる欠測や連続する異常値については、機器の更新で対応すべきである。

一方、短期の異常値や欠測値の場合、データ利用を行う上で、異常値・欠測値の処理を行うことが必要となる。これら異常値・欠測値の処理については、人の目視・手作業により判別・処理が行われてきた。常時観測データを有効利用していくためにも、異常値、欠測値の処理が課題となっている。

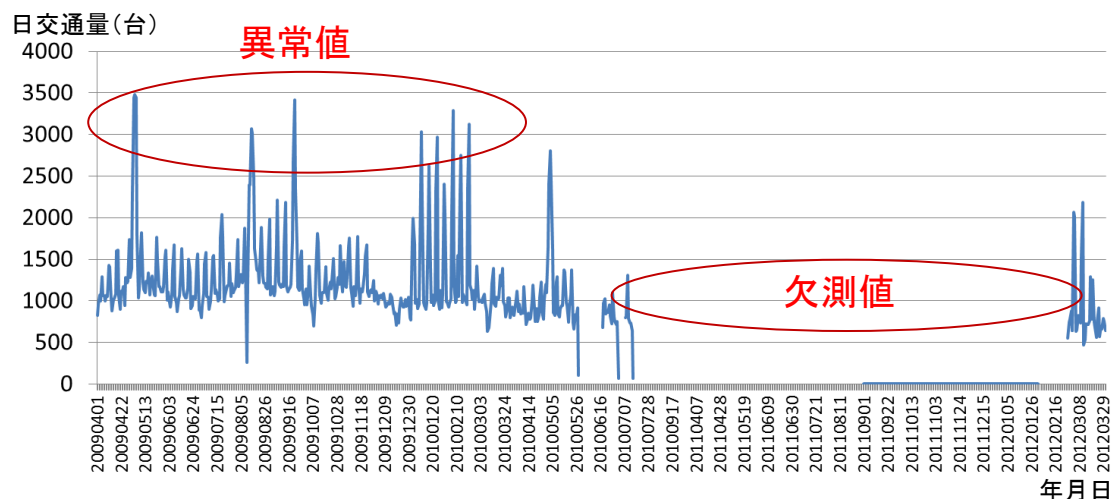


図 2-17 機器の異常による長時間の異常値・欠測値の例（その1）

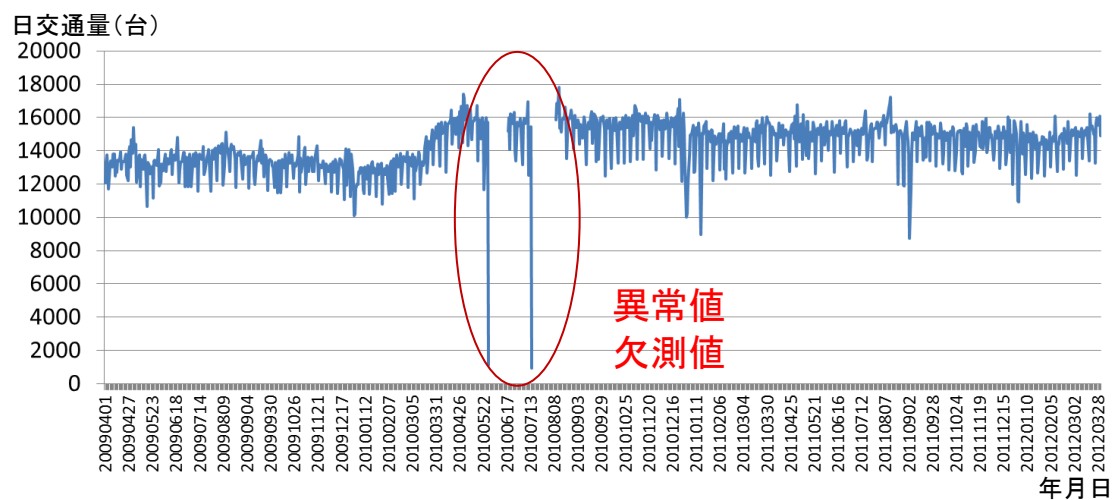


図 2-18 機器の異常による長時間の異常値・欠測値の例（その2）

2.2.2.2 交通量の簡易観測

(1)簡易観測に用いられる車両感知器

空圧管式やループコイル式のほか、赤外線などの光学式や超音波式のもの、ナンバープレートを読み取るもの、画像処理技術により計測するものがある。

空圧管式や地磁気式については、センサ部分を路面に設置する必要があるため、仮設・撤去工事が必要となり、その際は交通規制も必要となる。

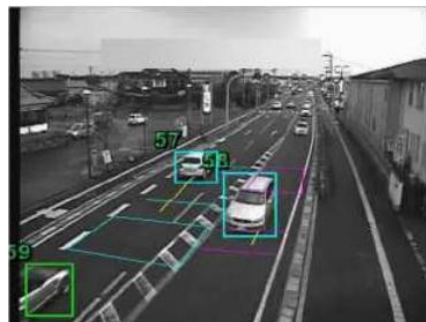
赤外線式や超音波式については、歩道上または路側に設置するため交通規制は不要である。

ナンバープレート読み取り式についても、路側のほか歩道橋や跨道橋等の既存の構造物への設置が可能であるため、交通規制が不要である。

画像処理式は、画像内の移動体の動きを把握し車両を検知する方式である。



路側設置型の観測機器の例 ²⁵⁾



画像処理の例 ²⁵⁾

図 2-19 簡易観測機器の例

(2)観測可能なデータ

計測方法のロジックはセンサ種別等により異なるものの、車両台数のカウントのほか、車種の分類や車速の計測が可能である。画像処理式以外では、波形パターンの違いや2点間のセンサの検出差異（時間差）により、車両長や車速を検出することができる。

画像処理式の場合、移動体を追跡することから、車線を跨ぐ車両や交差点において右左折する車両など、複雑な動きのある場合にも対応することが可能である。

(3)交通量の観測精度

感知方式は常時観測と同様であるため、基本的な観測精度も類似する。交通量については概ね 95%以上の精度が、車両長や車速については概ね 90%以上の精度といわれている。精度が担保されるための速度の制限が各機器とも設定されている。なお、周辺条件や気象状況等によりセンサが干渉を受けることもあるため、精度確保のためには設置箇所や設置時期等に留意し、適地を選定する必要がある。

画像処理方式については、撮影画像の状況により感知精度が大きく左右される。車両の重なりがある場合や車両自体の影などにより計測精度が落ちるほか、逆光やハレーション、夜間の灯火類のフレア等の影響も受ける。このため画像の品質として、車両の重なりを排除すべく十分な俯角を確保し、夜間等においても車両の輪郭が把握できる程度の十分な明るさがあることを求められる。例えば、筆者は関谷らとともに、インドネシアを検討対象箇所として画像解析技術を活用した交通挙動解析を行い、画像処理方式に適切なカメラの設置高さ、画角について確認を行った。その結果、道路

交通状況に応じた条件の確認が必要であるものの、カメラの設置高さは 8m、このときの鉛直方向からの画角は 60° で観測精度が高くなることを確認している²⁶⁾。

(4)データ転送・処理

大半の機種では、内部メモリに蓄積されたデータのパソコンへのダウンロード、メモリカードへの蓄積・回収することが可能である。メモリの容量や観測頻度（間隔）、計測期間により、計測途中でのデータ回収が必要となる場合がある。また、一部の機種では通信回線を利用してリアルタイムでデータを回収できるほか、機器本体の遠隔操作が可能な機種もある。

データは、CSV 形式等のテキストで出力されるため、汎用の表計算ソフトでの利用が可能なほか、専用のアプリケーションが付属されている機種では、これにより各種集計、解析を行うことができ、計測結果の集計作業が軽減される。

画像処理式については、録画画像をメーカーに送付し解析を行うものや、機器本体の販売を行っているものがある。撮影済みの画像を用いた分析のほか、カメラに直接接続したリアルタイム分析が可能な機種も存在する。

2.2.2.3 交通量の人手観測

(1)人手観測の特徴

人手観測は、人が目視により、自動車の車種判別を行い、交通量をカウントする。古くから交通量調査方法の代表的な手法となっている。その特徴を以下に示す。

自動車だけではなく、歩行者・自転車など一般的な車種分類だけでなく、海上コンテナ車の分類など、様々な対応が容易であるという長所を有する。例えば、歩行者・自転車がどの方向に何人、何台通過したかなど細かい観測が可能である。

人が目視により計測するため、調査員により計測精度にバラツキが発生する。また、。道路交通センサスのように短期間のうちに大規模な調査を行う場合には、大量の調査員が必要となるという短所を有する。また、計測結果の集計にも時間を要し、調査量に応じた集計時間が必要となり、観測作業だけではなく、観測結果を整理する作業に伴う時間・費用が必要となる。調査箇所数、調査期間、調査時間数に比例して調査コストが増加する。人手観測では調査費用の大半が調査員の人件費で占められる。調査箇所数、調査期間、調査時間数にほぼ比例してコストが増加する。

この短所を補う方法として、ビデオ等での録画画像をもとに人手で計測する方法もある。その特徴を以下に示す。

観測結果のチェックが可能となるため、台数計測精度の向上が見込める。また、交通量が少ない場合は早送りにより現地での計測よりも短時間での観測が可能となるという長所を有する。

録画機材の機材費のほか、設置・撤去、撮影中の管理などが必要となるなど、調査コストが増加する可能性がある。画像からナンバープレートの確認は困難であるため、車種判別については車長や形状で判断することとなり、車種判別精度は現地での人手観測より低下する可能性があるという短所を有する。

(2) 人手観測の精度

鹿島ら²⁷⁾によると、人手観測のその精度は、観測台数が過小になる可能性が高く、その影響は観測交通量の増加に従って大きくなる傾向があると述べている。例えば人手による観測台数が 600 台/20 分のとき、真の交通量の期待値は 627 台/20 分であり、信頼区間 90%で 564~701 台/20 分とされている。誤差でいえば、0.90~1.12 となる。

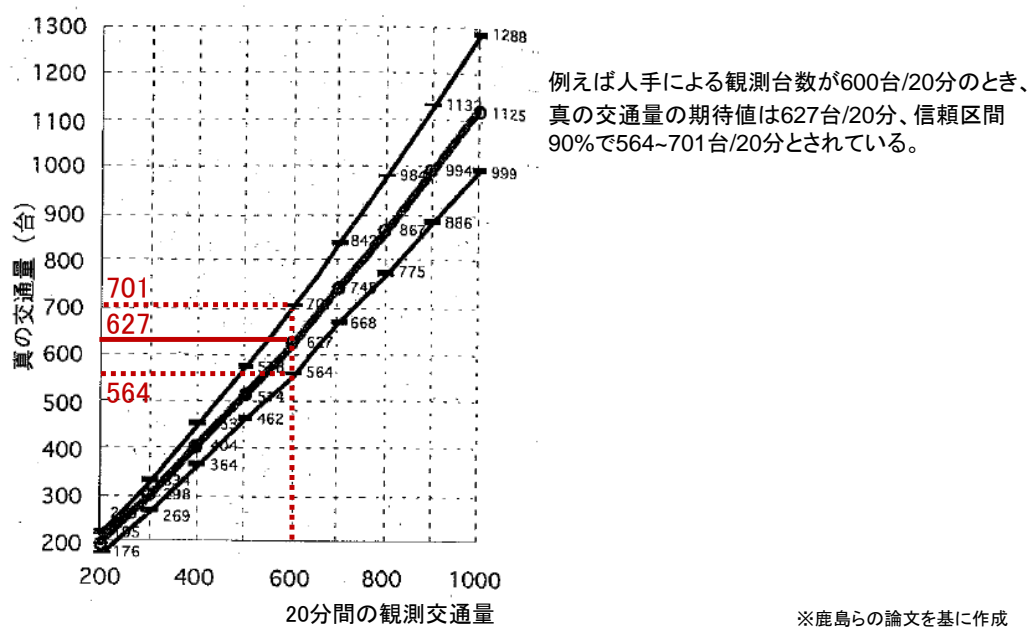


図 2-20 20 分間の観測交通量と真の交通量との関係

2.2.3 我が国における交通量調査の実務課題

我が国の交通量調査の実務では、以下の課題を有していると考えられる。

(1) 道路交通センサス

必要データを確保しつつ調査箇所を削減する調査コストの縮減、5 年に一度からより高頻度のデータを収集するデータの充実という道路交通センサス交通量調査の改善が必要となっている。

(2) 交通量データの調査手法

常時観測データは、車両感知器による計測値であり、機器の誤作動などにより、

異常値や欠測値が発生する。常時観測データの利用にあたっては、異常値、欠測値を処理し、利用可能なデータとして整える必要がある。

高速自動車国道、都市高速道路においては、IC 間、IC-JCT 間に概ね車両感知器が設置されており、常時観測データの収集が可能となっている一方で、高速道路以外の道路においては、国土交通省が管理する直轄国道上約 900 箇所（平成 25 年度時点）と車両感知器が少なく、都道府県等が管理する道路にはほとんど車両感知器が設置されていない。車両感知器の設置状況を踏まえた、道路交通センサス交通量調査の観測箇所数を検討する必要がある。

この際、個別観測については、簡易観測と人手観測の特徴を踏まえた、個別調査を実施することが必要である。

2.3 諸外国における交通量調査に関する実務

2.3.1 諸外国における交通統計

諸外国においても道路交通センサスのような交通統計が政府関係機関から発行されている。例えば、英国の Road Traffic Estimates²⁸⁾と米国の Highway Statistics²⁹⁾が存在する。以降、諸外国の交通量調査の実務として、それぞれの概要について述べる。

2.3.2 英国における交通量調査の実務

(1) Road Traffic Estimates²⁸⁾における交通量データの公表例

英国では、機械計測による常時観測データと個別調査データを利用して、1 年毎に年平均日交通量を算定し、道路交通状況として公表している³⁰⁾。具体的には、1 年ごとの交通量の推移（図 2-21）、交通量と社会経済情勢との関係（図 2-22）、車種別の交通量の変化（図 2-23）、道路種別毎の交通量の変化（図 2-24）、地域ごとの交通量の変化（図 2-25）などである。これらを通じ、毎年、マクロな交通状況の把握を行っている。

Road traffic in Great Britain, from 1949 (Table TRA0101)

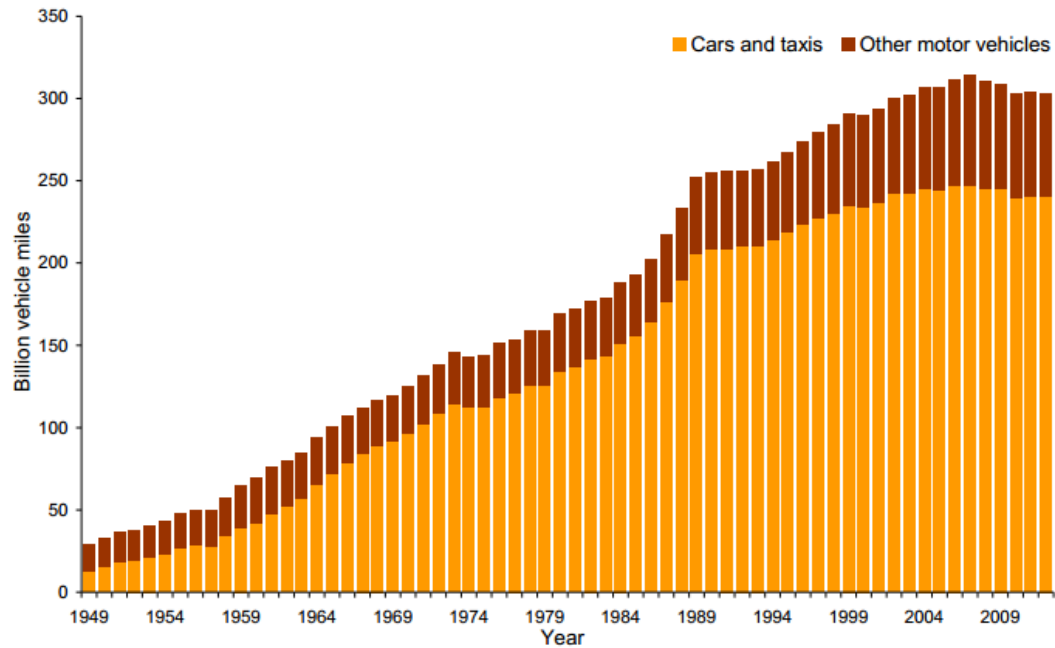


図 2-21 1年ごとの交通量の推移（英国）

Year-on-year change in motor vehicle road traffic in Great Britain, from 1949 (Table TRA0101)

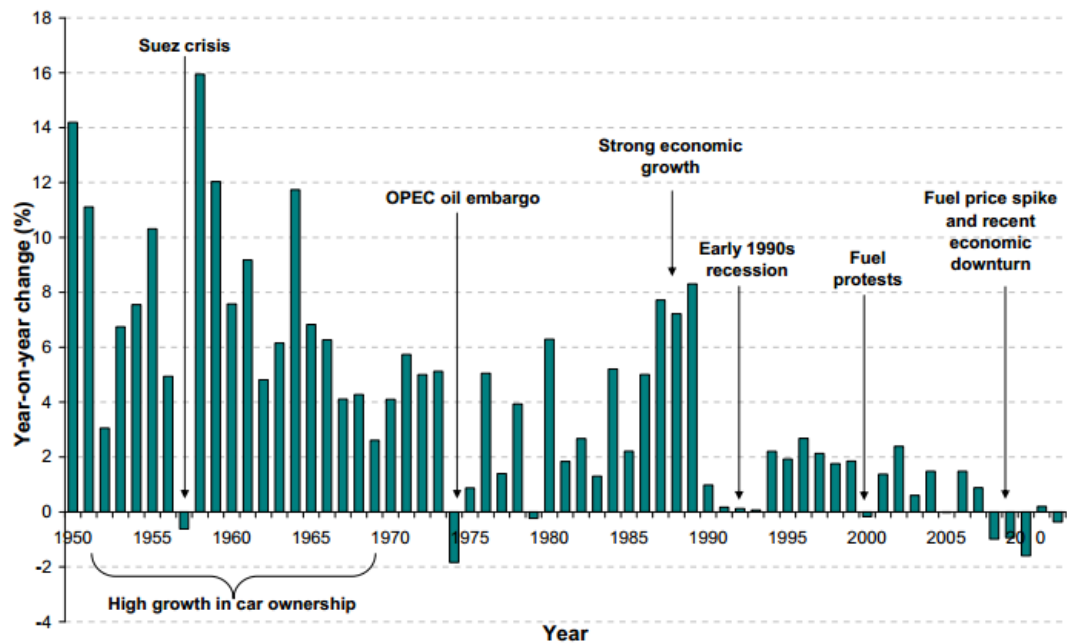


図 2-22 交通量と社会経済情勢との関係（英国）

Road traffic by vehicle type (Commercial and public service vehicles) in Great Britain, from 2002 (Table TRA0101)

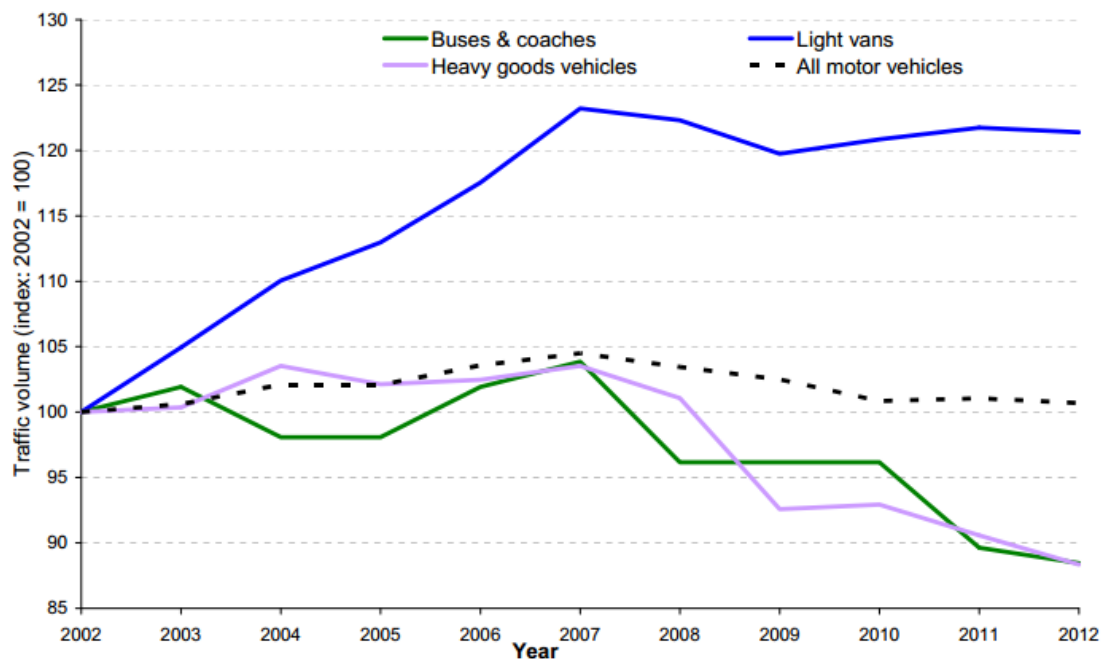


図 2-23 車種別の交通量の変化 (英国)

Road traffic by road class in Great Britain, from 2002 (Table TRA0102)

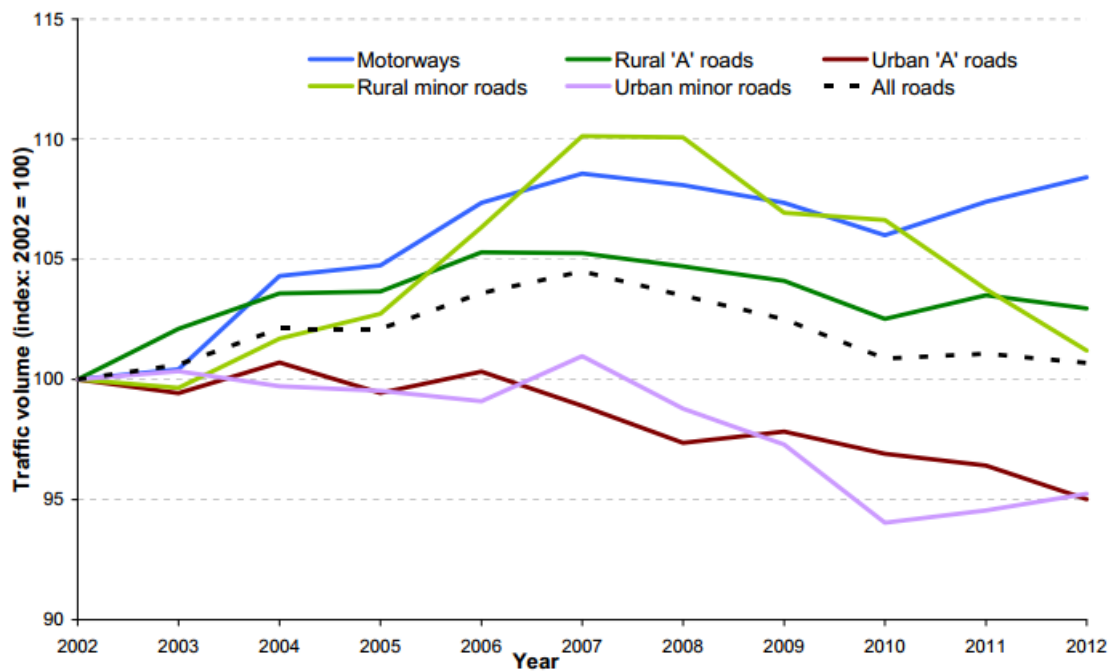


図 2-24 道路種別毎の交通量の変化 (英国)

Road traffic by the countries of Great Britain, from 2002 (Table TRA8901)

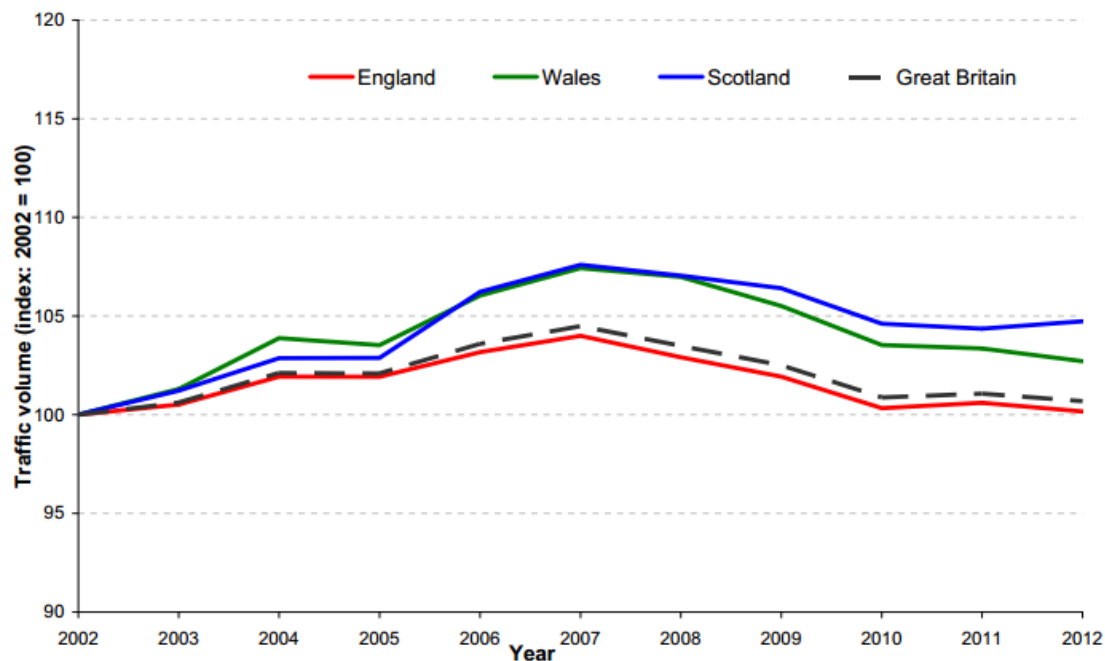


図 2-25 地域ごとの交通量の変化（英国）

(2)交通量調査手法³¹⁾

約 1 万箇所/年の人手観測と約 180 台の常時観測が行われている。車種区分は表 2-10 の通りである。それぞれの観測結果を用いて交通量の推定が行われている。人手観測、常時観測、交通量の推定方法を以下に述べる。

1)人手観測

人手観測は、午前 7 時から午後 7 時までの 12 時間観測が行われている。観測期間も決められている。3 月～10 月の平日（祝日や学校が休みの日を除く）、約 110 日に調査されている。車種区分は細かく設定されている（表 2-10）。

主要な道路では、道路区間により、毎年調査、2 年毎、4 年毎、8 年毎に、調査が行われ、主要でない道路については、すべての道路を観測することは不可能と考えられており、毎年サンプル調査が実施されている。

2)常時観測

常時観測の車種区分は、表 2-10 の通りである。ただし、調査場所により異なっている。調査結果は、人手観測結果の 12 時間交通量を年平均日交通量に拡大する係数（expansion factors）、年平均日交通量の年伸率（growth factors）といった交通量の推定にも用いられている。

表 2-10 英国における交通量データの車種構成

人手観測	常時観測（※）
<i>Cars and taxis</i>	<i>Cars and taxis</i>
<i>Motorcycles etc</i>	<i>Motorcycles etc</i>
<i>Buses and coaches</i>	<i>Buses and coaches</i>
<i>Light vans</i>	<i>Light vans</i>
<i>Heavy goods vehicles (HGV)</i>	—
<i>Rigid HGV with two axles</i>	<i>Rigid HGV</i>
<i>Rigid HGV with three axles</i>	
<i>Rigid HGV with four or more axles</i>	
<i>Articulated HGV(or with trailer)</i>	<i>Articulated HGV</i>
<i>Articulated HGV with three axles(or with trailer)</i>	
<i>Articulated HGV with four axles(or with trailer)</i>	
<i>Articulated HGV with five axles (or with trailer)</i>	
<i>Articulated HGV with six or more axles (or with trailer)</i>	

※ロンドンでは、short long の2車種

(3)交通量の推定方法³¹⁾

交通量の推定は、主要道路と主要でない道路とに分けて行われている。

1)主要道路

約 180 の常時観測箇所のデータから、12 時間交通量を年平均日交通量に拡大する係数（expansion factors）、年平均日交通量の年伸率（growth factors）が算定される。

その後、当該年に人手観測が実施された箇所については、観測結果に expansion factors を乗じて年平均日交通量が推定される。過年度に人手観測が実施された箇所については、過年度の年平均日交通量に growth factors を乗じて当該年の年平均日交通量が推定される。

【12 時間交通量を年平均日交通量に拡大する係数（expansion factors）】

110 日ある人手観測日毎に、22 のカテゴリー別・7 種類の車両区分に分けて設定される。その数は 16,390 になる。設定については、それぞれのカテゴリー・車種区分毎の機械計測箇所の中央値が採用されている。

【年平均日交通量の年伸率（growth factors）】

22 のカテゴリー別・7 車種別に設定されている。年平均日交通量の年伸率を乗じて、交通量を推定した後、道路延長の年伸率を乗じて走行台キロが推定される。

2)主要でない道路

主要でない道路については、年平均交通量の年伸率（ $\text{growth factors}_{\text{traffic}}$ ）と道路延長の年伸率（ $\text{growth factors}_{\text{length}}$ ）を乗じて走行台キロが推定されている。

Road categories used in the calculation of expansion factors

Category	Description
01	Motorways in holiday areas
02	Motorways in other rural areas with an estimated AADF of up to 59,999
03	Motorways in other rural areas with an estimated AADF of 60,000 or more
04	Motorways in part rural and part urban areas and conurbations
05	Motorways in mostly urban areas and Greater London
06	Rural A roads in holiday and very rural areas with an estimated AADF of up to 4,999
07	Rural A roads in holiday and very rural areas with an estimated AADF of between 5,000 and 7,999
08	Rural A roads in holiday and very rural areas with an estimated AADF of 8,000 or more
09	Rural A roads in all other areas with an estimated AADF of up to 13,999
10	Rural A roads in all other areas with an estimated AADF of 14,000 or more
11	Urban A roads in holiday areas
12	Urban A roads in all other areas except Greater London with an estimated AADF of up to 19,999
13	Urban A roads in all other areas except Greater London with an estimated AADF of 20,000 or more
14	Urban A roads in Outer London
15	Urban A roads in Inner London
16	Urban A roads in Central London
50	Minor rural roads in holiday areas with an estimated AADF of up to 399
51	Minor rural roads in holiday areas with an estimated AADF of 400 or more
52	Minor rural roads in all other areas with an estimated AADF of up to 2,499
53	Minor rural roads in all other areas with an estimated AADF of 2,500 or more
54	Minor urban roads in all areas except Greater London
55	Minor urban roads in Greater London

図 2-26 22 のカテゴリー（道路種別別・地域別・年平均日交通量別）

2.3.3 米国における交通量調査の実務

(1) Highway Statistics²⁹⁾におけるデータの公表例

米国でも、英国同様に、機械計測した常時観測交通量データと個別調査データを利用して、1年毎に年平均日交通量を算定し、道路交通状況として公表している²⁹⁾。具体的には、1年ごとの道路種別別の交通量の推移（図 2-27）、地域ごとの道路種別別の交通量の変化（図 2-28）などである。米国も、これらを通じ、毎年、マクロな交通状況の把握を行っている。

ANNUAL VEHICLE – MILES OF TRAVEL, 1980 – 2012 (1)

BY FUNCTIONAL SYSTEM

NATIONAL SUMMARY (2)

October 2013
Table VM-202

Printable Excel Version [566 KB]
Printable PDF Version [30 KB]
To view PDF files, you can use the Acrobat® Reader®.
To view XLS files, you can use the Excel Viewer

(MILLIONS)

YEAR	INTERSTATE	RURAL								INTERSTATE	URBAN							
		OTHER FREEDWAY AND EXPRESSWAYS	OTHER PRINCIPAL ARTERIAL	MINOR ARTERIAL	MAJOR COLLECTOR	MINOR COLLECTOR	LOCAL	TOTAL	TOTAL		OTHER FREEDWAY AND EXPRESSWAYS	OTHER PRINCIPAL ARTERIAL	MINOR ARTERIAL	MAJOR COLLECTOR	MINOR COLLECTOR	LOCAL	TOTAL	TOTAL
1980	135,084		132,958	129,816	150,186	39,282	84,704	672,030	161,242		79,890	229,469	175,030	83,043		126,791	855,265	1,527,295
1981	139,304		135,029	132,191	152,428	41,800	86,276	686,306	166,479		81,454	231,610	176,220	83,596		128,639	867,000	1,555,300
1982	142,546		134,042	135,979	154,476	42,562	81,601	689,226	175,879		90,564	242,136	182,195	83,726		131,792	895,784	1,586,010
1983	145,250		140,104	133,304	156,913	43,736	81,210	700,517	192,470		87,299	256,914	188,791	86,827		139,970	952,271	1,652,768
1984	149,139		144,056	136,761	158,956	42,922	86,296	718,132	204,304		93,810	271,403	195,400	87,893		149,327	1,002,137	1,770,269
1985	154,357		145,881	136,922	163,297	43,372	86,899	730,728	216,188		97,408	279,121	201,741	89,578		160,602	1,044,096	1,774,426
1986	159,498		149,405	140,724	164,852	43,123	90,178	747,780	232,017		105,408	287,660	208,728	89,967		163,240	1,087,962	1,834,872
1987	170,493		155,440	146,543	174,301	44,335	89,132	786,450	244,838		109,961	304,684	224,144	95,970		161,159	1,140,754	1,921,254
1988	181,315		160,244	151,749	183,541	47,023	93,682	817,534	259,695		116,983	319,344	231,802	98,231		182,383	1,206,428	2,025,952
1989	191,085		165,859	156,646	187,195	48,714	97,726	847,225	270,735		122,024	327,173	234,769	101,871		192,690	1,249,262	2,096,487
1990	200,173		175,133	155,733	190,512	49,948	97,379	888,578	278,901		127,465	335,543	236,225	106,297		191,653	1,275,484	2,144,362
1991	205,011		179,202	155,553	193,998	51,632	98,157	863,553	285,325		128,220	339,954	239,344	107,281		188,373	1,286,497	2,172,505
1992	205,557		186,816	147,246	184,845	50,065	99,566	884,097	303,265		138,312	345,047	262,259	116,085		198,106	1,363,054	2,247,151
1993	208,308		203,113	140,454	178,170	48,126	102,535	886,766	317,399		142,063	354,076	276,939	117,887		200,408	1,409,672	2,296,370
1994	215,568		207,569	149,760	182,000	48,528	104,915	908,341	330,577		147,534	364,200	286,165	120,088		200,683	1,446,247	2,357,588
1995	223,382		215,567	153,028	186,212	49,936	105,164	933,288	341,528		151,560	370,338	293,272	126,929		205,907	1,489,534	2,422,823
1996	232,585		221,403	157,444	190,923	50,107	107,752	960,184	351,579		157,502	377,776	299,345	129,310		208,374	1,523,886	2,484,000
1997	240,255		228,716	163,341	201,790	52,310	112,865	999,277	361,433		159,572	385,123	301,932	130,146		214,750	1,552,956	2,522,233
1998	251,520		237,704	165,780	203,580	54,288	119,656	1,032,528	374,622		165,632	388,071	309,293	131,905		226,597	1,595,620	2,626,148
1999	260,165		244,645	169,275	206,831	57,522	124,694	1,062,623	383,259		171,515	392,688	313,603	133,653		234,603	1,627,616	2,699,241
2000	268,180		248,725	171,874	209,859	57,572	127,142	1,083,152	393,465		177,222	398,772	324,368	135,372		234,544	1,663,773	2,746,625
2001	273,619		253,259	174,223	211,830	60,244	136,188	1,109,363	399,988		182,485	401,337	330,114	137,921		234,404	1,686,247	2,795,610
2002	280,609		257,607	176,323	213,493	61,376	137,966	1,127,394	409,208		189,726	408,545	336,664	141,964		239,071	1,728,114	2,855,508
2003	289,650		245,682	171,617	202,364	60,435	134,695	1,084,443	432,757		199,968	425,560	348,375	154,453		243,635	1,805,778	2,890,221
2004	296,245		240,732	168,561	200,452	60,212	132,104	1,065,426	455,538		202,251	449,967	363,407	160,246		256,801	1,896,362	2,964,180
2005	295,642		232,596	163,859	192,402	58,289	128,608	1,032,426	470,925		213,877	464,956	372,255	170,265		264,726	1,957,004	2,999,130
2006	297,915		231,971	162,611	193,279	58,088	133,282	1,037,146	477,287		217,216	466,749	376,301	173,216		266,456	1,977,225	3,014,371
2007	295,438		232,054	161,411	189,219	57,708	135,960	1,032,790	483,315		220,335	469,681	377,111	175,966		271,526	1,998,334	3,031,124
2008	243,221		222,294	151,941	182,261	54,693	133,825	988,235	476,114		222,630	462,525	376,434	177,140		273,450	1,988,293	2,956,528
2009	242,176	6,371	215,348	151,144	177,554	53,782	135,805	962,189	474,798		220,574	456,477	376,478	179,939	53	266,264	1,974,583	2,956,764
2010	245,647	19,603	205,762	151,028	176,163	53,195	132,731	954,145	477,693		220,361	457,153	374,557	178,726	3,037	271,526	1,982,358	2,968,596
2011	243,587	19,438	204,204	149,457	174,458	53,296	129,597	974,038	476,704		221,968	453,815	368,303	175,200	3,078	272,507	1,972,094	2,946,131
2012	245,872	20,148	203,132	148,676	175,699	53,072	130,027	976,624	484,547		224,058	456,703	371,424	175,037	4,476	275,946	1,992,191	2,968,815

(1) Data are based on State highway agency estimates reported for functional systems.

(2) Includes the 50 States and the District of Columbia.

図 2-27 1年ごとの交通量の推移（米国）

FEDERAL - AD HIGHWAY TRAVEL - 2012 (1)

ANNUAL VEHICLE - MILES

October 2013
Table VM-203

Printable Excel Version [88 KB]
Printable PDF Version [34 KB]
To view PDF files, you can use the Acrobat® Reader®.
To view XLS files, you can use the Excel Viewer

(Millions)

STATE	INTERSTATE				NATIONAL HIGHWAY SYSTEM				OTHER FEDERAL AD HIGHWAYS				ALL FEDERAL AD HIGHWAYS				ALL NON-FEDERAL AD HIGHWAYS			
	RURAL	URBAN	TOTAL	TOTAL	RURAL	URBAN	TOTAL	TOTAL	RURAL	URBAN	TOTAL	TOTAL	RURAL	URBAN	TOTAL	TOTAL	RURAL	URBAN	TOTAL	TOTAL
Alabama	6,001	7,646	13,709	8,299	8,382	14,491	12,100	18,211	25,170	8,674	10,236	18,907	21,836	20,234	48,069	8,351	8,542	16,893	84,978	
Alaska	1,022	611	1,633	372	858	1,387	1,389	1,489	2,880	426	784	1,210	1,936	1,836	478	4,390	478	323	753	
Arizona	8,978	9,883	12,958	3,811	20,207	23,712	10,489	28,184	39,870	4,696	18,482	18,022	37,110	52,192	2,847	8,991	7,989	65,729	88,728	
Arkansas	4,290	4,990	4,480	6,016	8,194	9,432	1,485	9,136	10,142	4,718	5,386	10,111	10,111	29,126	2,818	3,160	3,399	33,622	37,622	
California	17,612	89,793	88,361	18,340	113,817	129,006	33,851	182,386	218,517	18,386	88,681	87,598	32,048	281,287	303,106	5,471	17,895	23,186	328,372	
Colorado	4,962	7,660	12,022	1,175	13,411	17,554	8,476	21,073	29,440	6,266	7,719	11,798	12,751	28,645	41,343	2,241	3,583	3,424	46,769	
Connecticut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dist. of Columbia	-	410	410	-	2,298	1,238	-	1,848	5,042	-	1,568	1,568	-	2,804	2,804	0	768	768	3,572	
Florida	9,394	25,171	34,946	10,854	65,497	18,881	16,116	80,835	41,291	44,291	17,596	38,386	129,383	148,718	8,162	16,893	44,996	84,996	139,996	
Georgia	9,718	18,898	28,871	7,862	16,073	23,655	17,301	34,932	52,332	7,490	18,438	35,104	27,996	54,341	82,335	7,116	18,037	25,153	107,488	
Hawaii	-	1,744	1,850	-	2,406	2,657	-	2,657	6,919	-	2,657	2,657	-	4,981	4,981	-	7,772	7,772	12,650	
Idaho	2,251	1,085	1,669	2,189	1,803	4,133	4,411	5,098	7,186	2,491	2,693	6,115	6,812	6,845	2,822	2,600	1,483	16,116	18,716	
Illinois	8,882	21,916	30,798	3,845	22,216	28,121	12,127	44,192	66,918	9,418	22,688	31,881	22,145	66,761	82,495	4,249	11,872	15,476	104,676	
Indiana	7,242	9,986	17,268	4,712	12,853	19,764	11,864	22,039	33,982	10,311	11,660	23,967	22,295	39,698	67,864	7,169	18,801	25,969	79,323	
Iowa	4,716	2,651	7,420	8,852	9,872	9,022	10,606	9,321	19,947	6,006	4,304	10,320	10,662	10,595	27,267	1,812	4,326	31,593	37,919	
Kansas	3,896	3,746	9,996	4,056	6,293	9,892	8,114	8,336	18,445	5,300	4,293	8,916	13,114	13,064	28,617	1,968	2,199	38,812	42,044	
Kentucky	7,686	8,881	13,910	9,393	9,025	10,999	13,082	10,993	24,947	8,472	6,857	18,309	21,584	17,830	39,383	5,749	7,980	14,729	54,112	
Louisiana	6,864	7,471	12,916	2,388	13,868	12,968	8,762	16,718	28,481	7,418	6,883	18,611	18,611	41,116	4,083	1,121	4,204	46,338	50,542	
Maine	2,205	808	3,014	1,293	887	2,786	4,103	1,693	5,195	3,914	1,698	5,711	6,514	3,522	11,036	2,241	4,222	2,953	14,198	
Maryland	3,959	13,451	17,954	18,495	18,891	19,481	12,213	29,452	36,365	8,262	9,122	19,960	20,217	50,511	5,622	3,423	3,522	57,933	64,355	
Massachusetts	1,942	1,962	3,904	1,962	3,904	3,904	3,904	3,904	3,904	1,942	1,962	3,904	3,904	3,904	3,904	1,942	1,962	3,904	3,904	
Michigan	8,289	19,122	21,111	8,834	22,977	29,201	12,113	40,314	52,427	14,718	18,362	34,441	38,331	47,421	84,293	3,333	6,982	10,399	94,692	
Minnesota	1,622	4,432	6,054	1,622	4,432	6,054	1,622	4,432	6,054	1,622	4,432	6,054	1,622	4,432	6,054	1,622	4,432	6,054	6,054	
Mississippi	3,761	3,307	7,068	6,752	4,834	11,210	9,815	8,791	18,348	7,462	3,348	11,177	10,968	12,618	28,461	6,281	2,808	9,187	37,648	
Missouri	11,354	13,264	24,618	11,354	13,264	24,618	11,354	13,264	24,618	11,354	13,264	24,618	11,354	13,264	24,618	11,354	13,264	24,618	24,618	
Montana	2,674	388	2,962	2,372	894	3,065	1,372	6,318	2,315	983	3,318	5,261	2,241	9,835	1,643	707	2,053	1,188	11,021	
Nebraska	2,718	1,354	4,072	2,718	1,354	4,072	2,718	1,354	4,072	2,718	1,354	4,072	2,718	1,354	4,072	2,718	1,354	4,072	4,072	
Nevada	1,985	3,732	5,718	1,458	4,358	5,798	5,411	6,012	11,403	813	6,484	7,358	4,358	14,688	16,830	3,041	4,744	7,785	24,615	
New Hampshire	1,985	3,732	5,718	1,458	4,358	5,798	5,411	6,012	11,403	813	6,484	7,358	4,358	14,688	16,830	3,041	4,744	7,785	24,615	
New Jersey	10,000	14,038	16,130	1,200	15,238	16,438	2,917	43,734	46,655	16,892	17,348	34,240	38,098	69,646	63,444	763	12,032	10,781	74,225	
New Mexico	2,600	2,600	5,400	2,600	2,600	5,400	2,600	5,400	5,400	2,600	2,600	5,400	5,400	5,400	5,400	2,600	2,600	5,400	5,400	
New York	20,024	26,126	46,150	38,827	10,489	49,316	18,017	67,333	85,350	20,024	26,126	46,150	38,827	10,489	56,639	4,403	1,993	2,596	59,235	
North Carolina	6,387	15,860	21,948	8,008	18,268	21,176	16,237	33,018	49,253	12,978	17,484	30,462	28,217	61,390	78,914	12,766	12,668	25,434	104,348	
North Dakota	1,400	2,148	3,548	1,400	2,148	3,548	1,400	2,148	3,548	1,400	2,148	3,548	1,400	2,148	3,548	1,400	2,148	3,548	3,548	
Ohio	9,157	22,724	31,881	6,728	18,520	25,250	18,895	43,245	67,131	12,945	21,822	34,767	33,831	65,167	87,187	7,053	13,024	20,078	112,211	
Oklahoma	4,870	4,870	9,740	4,870	9,740	9,740	4,870	9,740	9,740	4,870	4,870	9,740	9,740	9,740	9,740	4,870	4,870	9,740	9,740	
Oregon	4,103	4,425	8,528	4,038	5,253	10,270	8,695	10,270	18,965	4,038	5,253	9,291	9,291	20,544	20,544	4,103	4,425	8,528	29,072	
Pennsylvania	13,146	23,148	36,294	13,146	23,148	36,294	13,146	23,148	36,294	13,146	23,148	36,294	13,146	23,148	36,294	13,146	23,148	36,294	36,294	
Rhode Island	4,000	1,679	2,038	1,679	2,038	1,679	2,038	1,679	2,038	4,000	1,679	2,038	1,679	2,038	2,038	4,000	1,679	2,038	2,038	
South Carolina	6,180	11,686	17,866	6,180	11,686	17,866	6,180	11,686	17,866	6,180	11,686	17,866	6,180	11,686	17,866	6,180	11,686	17,866	17,866	
South Dakota	1,990	672	2,662	1,990	672	2,662	1,990	672	2,662	1,990	672	2,662	1,990	672	2,662	1,990	672	2,662	2,662	
Tennessee	12,794	17,794	30,588	12,794	17,794	30,588	12,794	17,794	30,588	12,794	17,794	30,588	12,794	17,794	30,588	12,794	17,794	30,588	30,588	
Texas	16,169	41,866	57,786	21,438	89,341	89,779	37,427	108,906	144,834	25,378	43,831	69,209	82,922	198,214	221,118	7,932	8,787	16,719	227,837	
Vermont	6,250	1,633	7,883	1,633	7,883	1,633	7,883	1,633	7,883	6,250	1,633	7,883	1,633	7,883	7,883	6,250	1,633	7,883	7,883	
Virginia	1,225	1,365	1,637	731	435	1,067	382	524	2,803	2,188	944	2,762	1,420	4,506	5,000	1,240	1,410	1,650	727	
Washington	1,225	1,365	1,637	731	435	1,067	382	524	2,803	2,188	944	2,762	1,420	4,506	5,000	1,240	1,410	1,650	727	
West Virginia	9,178	10,884	16,443	4,152	14,150	18,772	7,072	20,213	33,710	5,891	16,433	14,992	36,437	50,028	2,365	4,788	6,733	56,761	63,494	
Wisconsin	4,219	10,884	15,443	4,152	14,150	18,772	7,072	20,213	33,710	5,891	16,433	14,992	36,437	50,028	2,365	4,788	6,733	56,761	63,494	
Wyoming	1,225	1,365	1,637	731	435	1,067	382	524	2,803	2,188	944	2,762	1,420	4,506	5,000	1,240	1,410	1,650	727	
U.S. Total	245,172	483,844	729,016	228,641	677,873	906,516	474,412	1,401,428	1,875,840	319,120	655,960	975,080	1,174,040	2,509,123	183,038	275,039	458,891	2,968,019	3,426,910	
Puerto Rico (U)	-	63,513	63,513	-	62,797	18,805	-	81,602	81,602	-	62,797	62,797	-	18,805	18,805	-	62,797	62,797	81,602	
U.S. Total	245,172	547,357	802,529	228,641	740,670	925,321	474,412	1,483,030	1,957,442	319,120	718,757	1,037,877	1,236,080	2,727,143	1,927,033	275,039	465,088	2,968,019	3,508,512	

道路管理事務所（State highway agencies）、首都圏計画関係機関（Metropolitan planning organization）などの機関によって調査、データ収集される。各州でデータを取りまとめ、連邦運輸省（Department of Transportation）内の連邦道路管理局の担当課、FHWA Office of Highway Policy Information (OHPI) HPMS にわたり、統合して HPMS データとして整備されるしくみとなっている（図 2-29）。

また、HPMS のデータは主に 3 つから構成されている。

1. 州によって FHWA に提供されたデータ
2. 州ではない他のところから FHWA に提供されたデータ
3. FHWA によって生み出され、算出されたデータ

データ収集にあたり、道路種別ごとに、3 つの収集データの要件が定められている（図 2-30）。

調査は常時観測と短期の観測に分けられる。

常時観測は、箇所が限られるものの、日々連続して交通量データを観測している。観測結果は、季節変動や曜日変動など交通量の推定に必要な計数の算定に用いられる。

短期の観測については、最低 6 年を周期として交通量が観測される。常時観測よりも短い期間での観測となる。

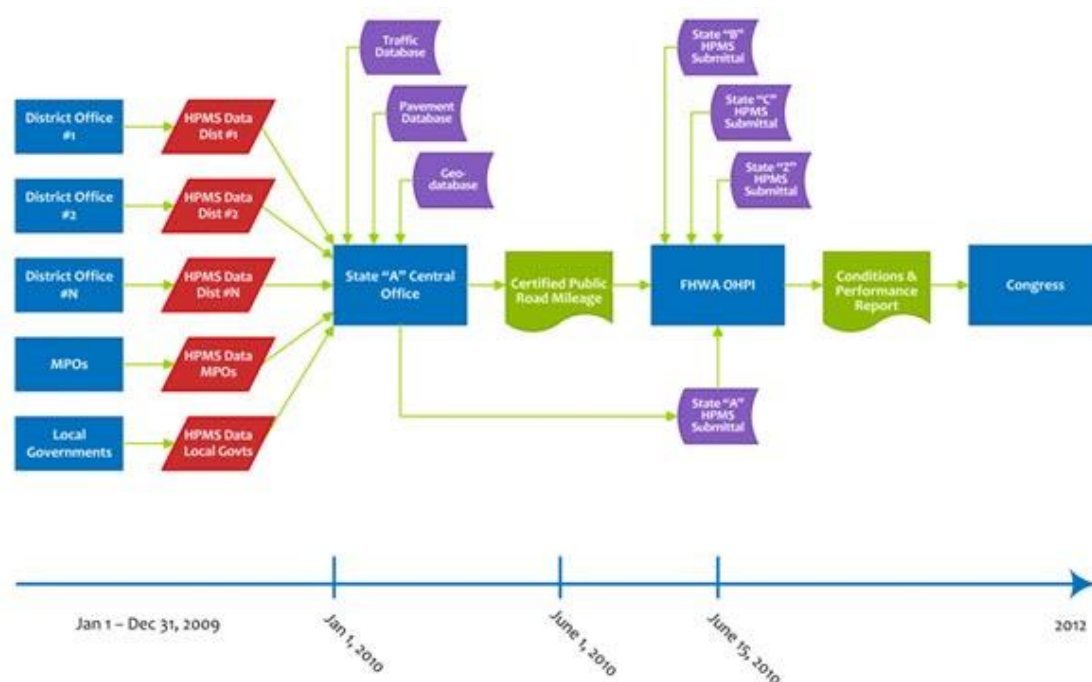


図 2-29 データ収集の流れ（米国）

Table 1.1 Minimum Data Reporting for Selected HPMS Products

RURAL						
HPMS Product	Federal-Aid				Non-Federal-Aid	
	National Highway System (NHS)	Non-National Highway System (non-NHS)				
	Interstate & Non-Interstate	Other Freeways & Expressways and Other Principal Arterials	Minor Arterial	Major Collector	Minor Collector	Local
Miles	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Summary	Summary
Lane-Miles	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Summary 1/	Summary 1/
Total VMT	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Summary 2/	Summary 2/
Truck VMT	Full Extent	Sample Panel	Sample Panel	Sample Panel	Summary	Summary
International Roughness Index (IRI)	Full Extent	Full Extent	Sample Panel	Optional		
Total Public Road Miles	Certified Mileage -----					
URBAN						
HPMS Product	Federal-Aid					Non-Federal-Aid
	National Highway System (NHS)	Non-National Highway System (non-NHS)				
	Interstate Non-Interstate	Other Freeways & Expressways and Other Principal Arterials	Minor Arterial	Major Collector	Minor Collector	Local
Miles	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Summary
Lane-Miles	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Summary 1/
Total VMT	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Full Extent	Summary 2/
Truck VMT	Full Extent	Sample Panel	Sample Panel	Sample Panel	Sample Panel	Summary
International Roughness Index (IRI)	Full Extent	Full Extent	Optional	Optional	Optional	
Total Public Road Miles	Certified Mileage -----					
1/ Data for Lane-Miles on Rural Minor Collector, and Local roads are calculated using Summary miles times 2. Since the States are not required to report the number of through lanes on these systems, except for NHS sections, FHWA uses a multiplier of 2 for the number of lanes, to be consistent across all States.						
2/ Data reported for Total VMT on Rural Minor Collector and Local roads are provided at a summary level of detail. States are not required to report section level AADT on these systems, except for NHS sections.						

Full Extent: Data reported for the full extent of the system (even if the data are sampled annually).

Sample Panel: Data reported for at least the HPMS sample panel sections.

Summary: Data reported in aggregate form.

図 2-30 HPMS のための収集データの要件

(3)交通量の推定方法

年平均日交通量は、短期の観測結果から 24 時間交通量を算定した後、常時観測結果より算定された季節や曜日による調整係数を乗じて設定し算出している。例えば、短期の観測時間が 24 時間未満の場合、常時観測結果から算定される時間係数を用いて、24 時間交通量に変換する。

$$\text{Daily Traffic Volume} = \frac{\text{Short count volume} \times 100}{\text{Percent of travel during time period counted}} \quad (\text{式 2-1})$$

2.3.4 諸外国の交通量調査の実務のまとめ

英国、米国の交通量調査の実務の特徴は以下の通りである。

- (1) 全国の道路について交通量データの悉皆調査を行うのではなく、個別の観測結果と併せて、常時観測交通量データを有効利用することにより、年平均日交通量などを毎年算定している。
- (2) 英国の Road Traffic Estimates と米国の Highway Statistics では、交通量データの推定方法を含む、交通量データの収集方法が整理されている。
- (3) 米国では、各道路管理者交通量データを収集しており、また、収集された交通量データが国へ集約されるしくみが整っている。

2.4 本研究の位置づけ

2.4.1 我が国の道路交通センサス交通量調査の方向性

我が国における交通量調査の実務、諸外国における交通量調査の実務を踏まえ、我が国の道路交通センサス交通量調査の方向性を以下のように考える。

常時観測データを用いた推定区間の交通量推定による交通量データの収集を行い、必要データを確保しつつ調査箇所を削減する調査コストの縮減、5 年に一度からより高頻度のデータを収集するデータの充実を目指す。

2.4.2 本研究の位置づけ

我が国の道路交通センサス交通量調査の方向性より、本研究の目的は、「道路交通センサス交通量調査の改善」と設定する。改善の観点は以下の通りとする。

【改善の観点】

- (1) 必要データを確保しつつ調査箇所を削減することによる調査コストの縮減
- (2) 5 年に一度からより高頻度のデータを収集するデータの充実

また、この研究目的の達成に向けた研究内容は以下の通りである。

【研究内容】

- (1) 常時観測データを有効利用した幹線道路の交通量データの収集手法の開発
- (2) 開発した手法の道路交通センサス交通量調査への適用性の検討

具体的には以下の検討課題の解決を目指す。

【検討課題】

- (1) 常時観測データの異常値、欠測値の処理方法の開発
- (2) 常時観測データと個別観測結果を利用した交通量の推定手法の開発
- (3) 道路交通センサス交通量調査への適用性の検討

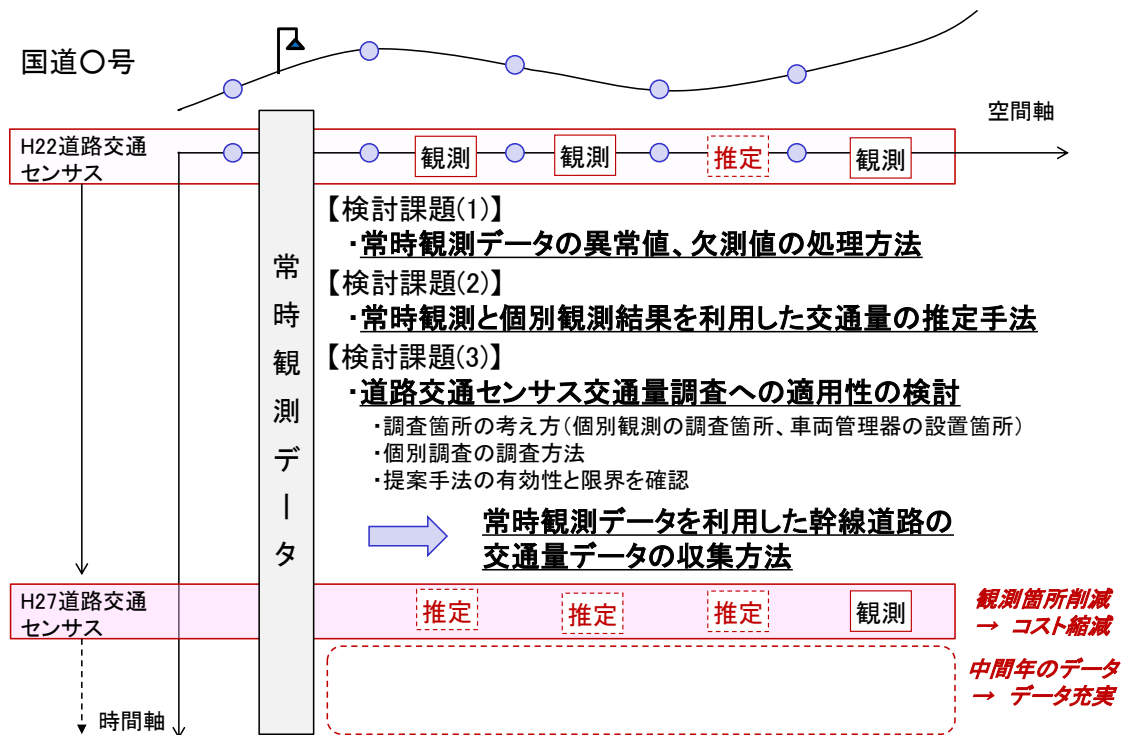


図 2-31 データ収集のニーズと課題

第 2 章の参考文献

- 1) 瀬尾卓也, 長谷川金二, 河野辰男, 田宮佳代子: 国総研資料 第 53 号, 道路センサス(全国道路・街路交通情勢調査)の変遷と改善に関する調査, 平成 14 年 9 月
- 2) 和久井博, 萩野保克: 道路交通センサスデータの整備と活用, 土木計画学研究発表会・講演集 vol.25 No.22, 2002

- 3) 清水将之, 川村顕大, 若井亮太:平成 22 年度道路交通センサス OD 調査の実施概要について, 交通工学 Vol.46 No.2, 2011.3
- 4) 国土交通省:社会資本整備審議会道路分科会 第 42 回基本政策部会 資料, 平成 25 年 2 月 6 日
- 5) 国土交通省:平成 17 年度全国道路・街路交通情勢調査(道路交通センサス)一般交通量調査実施要綱(調査編), 平成 17 年 8 月
- 6) 門間俊幸, 松本俊輔, 橋本浩良, 水木智英, 上坂克巳:道路交通センサス一般交通量調査の見直しと新たな展開, 土木計画学研究・講演集 Vol.45 CD-ROM, 2011
- 7) 門間俊幸, 大脇鉄也, 橋本浩良, 吉岡伸也, 上坂克巳:交通円滑化対策の適切な評価のための区間設定及び評価算定方法の提案, 土木計画学研究・講演集 Vol.41 CD-ROM, 2010
- 8) 松本俊輔, 上坂克巳, 大脇鉄也, 古川誠:各種交通データの効率的活用のための幹線道路網のリンク表現に関する検討, 土木計画学研究・講演集 Vol.41 CD-ROM, 2010
- 9) 松本俊輔, 大脇鉄也, 古川誠, 上坂克巳:全国の幹線道路を対象とした交通調査の基本となる区間の導入, 土木計画学研究・講演集 Vol.43 CD-ROM, 2011
- 10) 松本俊輔, 上坂克巳, 大脇鉄也, 古川誠, 門間俊幸, 橋本浩良, 水木智英:交通調査基本区間標準の開発と有効性, 土木情報利用技術講演集 Vol.36 pp.129-132, 2011
- 11) 国土交通省道路局企画課道路経済調査室, 国土技術政策総合研究所道路研究室:平成 22 年度道路交通センサス一般交通量調査結果概要, 高速道路と自動車 Vol.55 No.3 pp.47-51, 2011
- 12) 上坂克巳, 大脇鉄也, 松本俊輔, 古川誠, 水木智英, 門間俊幸, 橋本浩良:交通調査基本区間標準・基本交差点標準, 国土技術政策総合研究所資料第 666 号, 2011
- 13) 松本俊輔, 上坂克巳, 大脇鉄也, 古川誠, 門間俊幸, 橋本浩良, 水木智英:交通調査基本区間標準及び基本交差点標準の開発と道路交通センサスへの適用, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.68, No.5 pp.291-303, 2013
- 14) 国土交通省:平成 22 年度 全国道路・街路交通情勢調査(道路交通センサス)一般交通量調査 集計表 集計結果整理表に関する説明資料, 国土交通省 HP (<http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/>)
- 15) 近畿地方整備局滋賀国道事務所:国道 161 号西大津バイパス車線切り替えの実施 ～4 車線化に伴う通行規制～, 平成 22 年 10 月 27 日記者発表資料
- 16) 牧野浩志, 平沢隆之, 山崎勲:道路行政研究会報告書, 国総研資料第 425 号, 2007.9
- 17) 建設産業調査会:最新道路ハンドブック, 建設産業調査会, 1992
- 18) 首都高速道路株式会社 HP (<http://www.tech-shutoko.jp/use/syaryoukanchi.html>)
- 19) 西日本高速道路株式会社 HP (<http://www.w-nexco.co.jp/faq/09/>)
- 20) 警察庁:警察による交通情報の収集と提供 平成 22 年 10 月 20 日 ITS に関するタスクフォース資料
- 21) 直轄トラカン交通量集計:国土交通省九州地方整備局 HP

- (<http://www.qsr.mlit.go.jp/n-michi/ir-info/kouturyou/kotsuryo/index.html>)
- 22) 赤羽弘和, 越正毅: 車両感知バイアスのオンライン自動補正, 土木学会論文集 第 407 号/IV-11, 1989.7
 - 23) 安井一彦: 各車両感知器の感知特性に関する研究, 第 23 回交通工学研究発表会論文報告集 pp.121-124, 2003.10
 - 24) 公益社団法人 自動車技術会: 自動車諸元表, 公益社団法人 自動車技術会
 - 25) 株式会社エイテック HP (<https://www.kk-atec.jp/>)
 - 26) Hirotaka SEKIYA, Katsumi UESAKA, Hiroyoshi HASHIMOTO, Handiyana ARIEPHIN, Pantja Dharma OETOJO: JOINT RESEARCH PROJECT BETWEEN INDONESIA AND JAPAN FOR TRAFFIC VOLUME SURVEY USING IMAGE PROCESSING TECHNOLOGY (IPT) IN INDONESIA, 14th REAAA International Conferemce Kuala Lumpur Malaysia, 2013.3
 - 27) 鹿島茂, 曹圭錫, 山本隆, 石井康一郎: 人手による交通量調査の調査精度に関する研究, 交通工学 vol.33 No.6、交通工学研究会, 1998
 - 28) Road traffic estimates in Great Britain: 2012
(<https://www.gov.uk/government/publications/road-traffic-estimates-in-great-britain-2012>)
 - 29) Highway Statistics Series (<http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/statistics.cfm>)
 - 30) Annual Road Traffic Estimates: Great Britain
(https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/255742/road-traffic-statistics-2012.pdf)
 - 31) Annual road traffic estimates: methodology note 、Road Traffic Estimates
(https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/230528/annual-methodology-note.pdf)
 - 32) Highway Performance Monitoring System (HPMS):
(<http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/hpms.cfm>)
 - 33) Traffic Monitoring Guide: (<http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/tmguide/>)

第 3 章 交通量の変動が類似する条件の整理

第3章 交通量の変動が類似する条件の整理

3.1 本章の目的

本章では、交通量データの変動特性として、常時観測データを用いて、異なる道路区間の交通量の変動が空間的に類似する条件を確認し、第4章で述べる常時観測データの異常値、欠測値の処理方法、第5章で述べる常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法に適用可能な知見を整理することを目的とする。

3.2 交通量データの基本特性

3.2.1 交通量の変動に関する既往研究

交通量は日々変化・変動する。変化変動を把握しておくことは、施策運営において非常に重要である。北村¹⁾は変動を差異、変化、変動の3つの概念に分けている。池之上²⁾は、特に月変動（季節変動）、曜日変動、時間変動（24時間）の3つに着目し、交通量の周期変動を整理している。飯田・高山³⁾は、北陸自動車道と中国自動車道の各インターチェンジの流出入合計日交通量（1年分）に対して、月・週・曜日の3元配置の分散分析を行い、月間変動、曜日変動、月間・週間の交互作用が有意であったと報告している。交通量の変動は月変動、曜日変動、時間変動が基本となると考えられる。

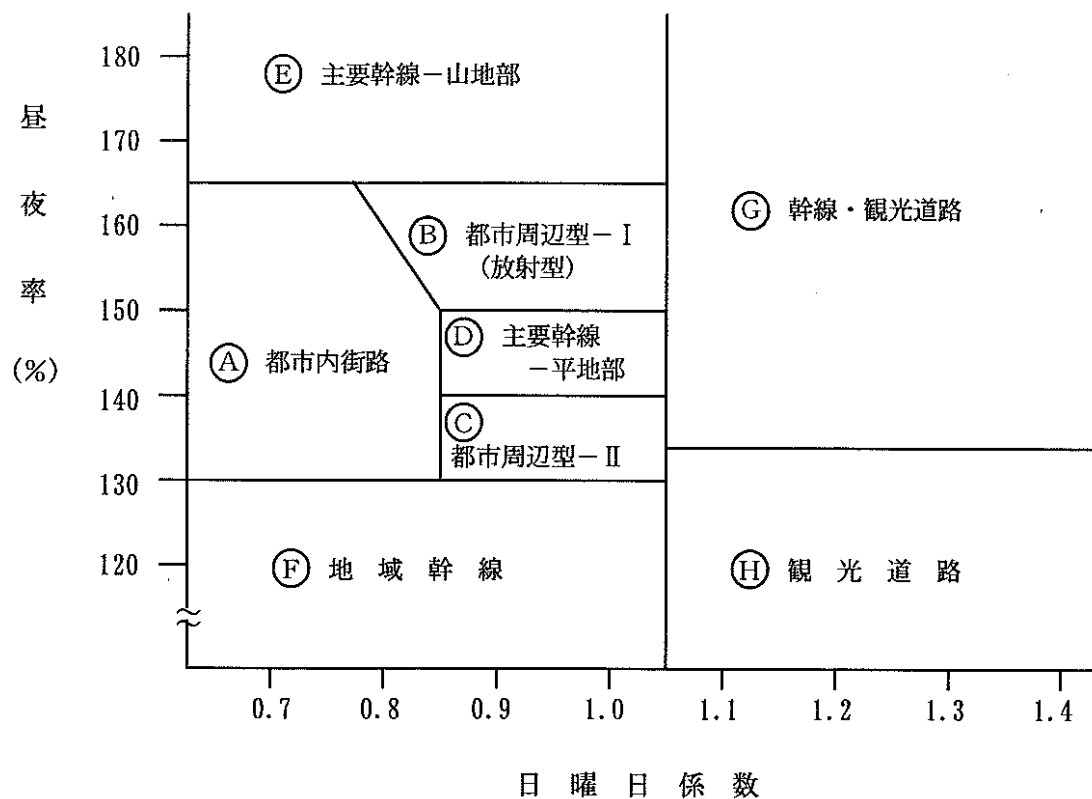
また、それぞれ交通量の基本的変動を確認していく上で、道路交通特性の把握に有効な指標を表3-1に示す。

表 3-1 交通量の基本的変動と指標

指標	指標の特徴	指標値の算定方法
月間係数	1ヶ月単位の交通量の変化を表す。	ある月の月平均日交通量 / 年平均日交通量
曜日係数	1週間を周期とした曜日毎の交通量の変化を表す。	ある曜日の日交通量 / 当該1週間の週平均日交通量
時間係数	1日の中での1時間毎の交通量の変化を表す。	ある時間の時間交通量 / 日交通量
大型車混入率	全交通量に対する大型車交通量の比率	大型車交通量 / 全交通量
昼夜率	昼間12時間の交通量に対する24時間交通量の比率	24時間交通量 / 昼間12時間交通量
ピーク率	ピーク時間交通量の日交通量又は昼間12時間交通量に対する割合	日交通量又は昼間12時間交通量 / ピーク時間交通量
重方向率	往復合計の交通量に対する重方向交通量の割合	重方向交通量（上り、下りの交通量のうち大きいもの） / 往復合計の交通量

3.2.2 交通量の基本的変動特性

交通量常時観測調査報告書⁴⁾では、道路を図 3-1 の通り群分類し、交通量の基本的変動として、月間係数、曜日係数、時間係数の特性を整理している。また、昼間 12 時間大型車混入率、昼夜率、昼間 12 時間ピーク率の特性と合わせ以下に述べる。



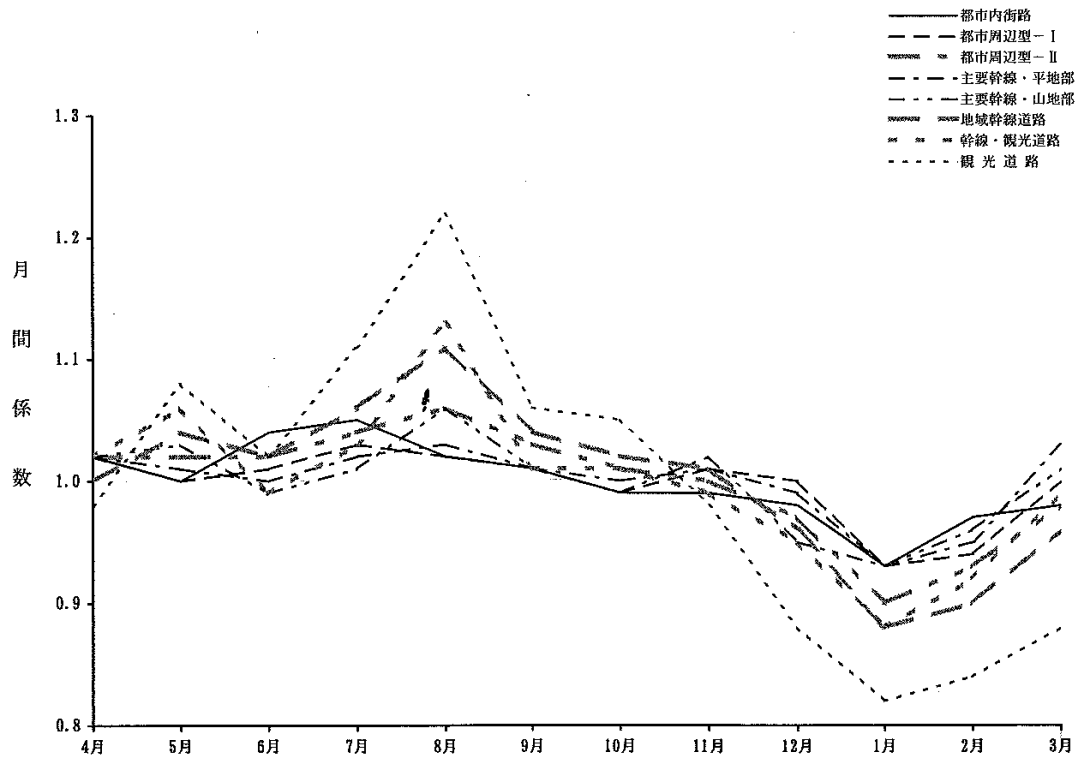
平成 16 年度交通量常時観測調査報告書⁴⁾より抜粋

図 3-1 交通量常時観測報告書における群分類の考え方

(1) 月間係数

月間係数は、8 月や 10 月の指標値が大きくなり、1 月や 2 月の指標値が小さくなっている（図 3-2）。また、従前から道路交通センサスが実施されている秋季の月間係数が 1.0（年平均日交通量）に近いことが分かる。都市部の道路や主要幹線では、変動幅が小さく、観光道路で変動幅が大きくなる。

群別月間交通量変化図

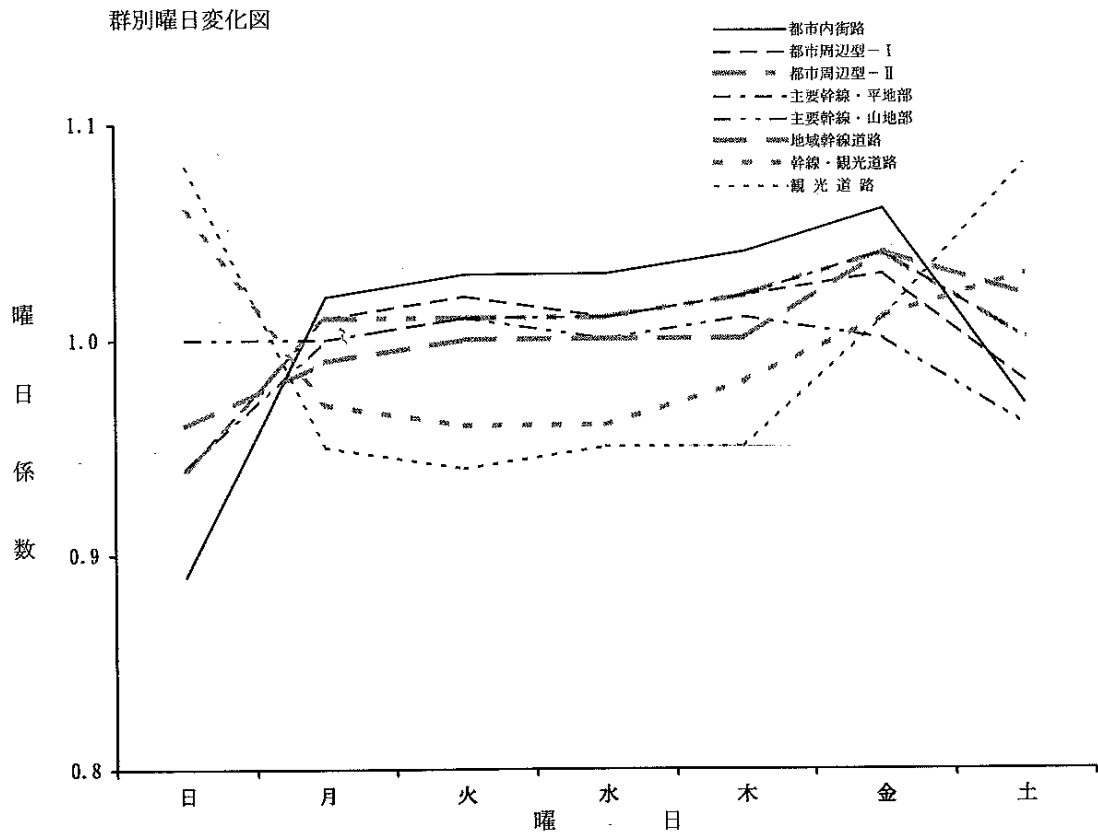


平成 16 年度交通量常時観測調査報告書⁴⁾より抜粋

図 3-2 群別月間交通量変化図

(2) 曜日係数

曜日係数は、観光道路で土日の指標値が大きくなり、その他道路では、月曜から金曜にかけ指標値が大きくなり、土日に指標値が小さくなる。また、主要幹線の山地部では曜日ごとの変動が小さいという特徴がある（図 3-3）。道路交通センサスの用に、平均的な交通量を求める場合には、極端な曜日を除いて交通量を観測することが望ましい。



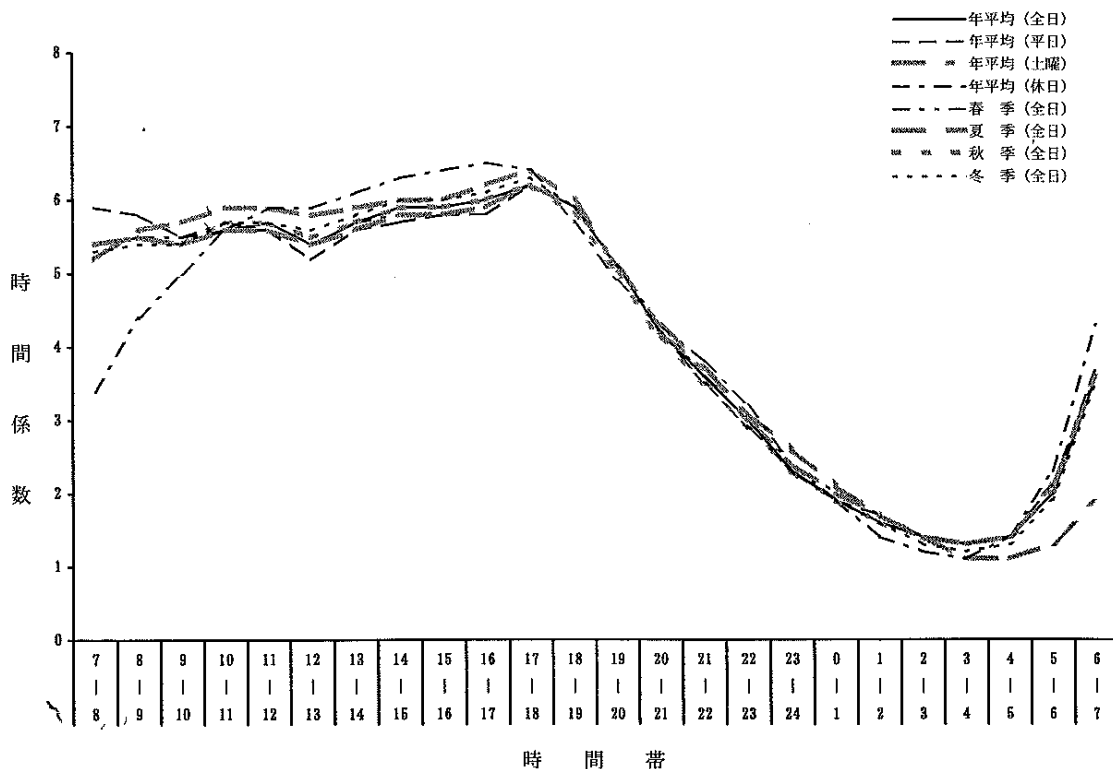
平成 16 年度交通量常時観測調査報告書⁴⁾より抜粋

図 3-3 群別曜日変化図

(3)時間係数

図 3-4 は都市内街路における時間変動を示したものである。土日は、指標値の立ち上がりが遅く、5 時台、6 時台から徐々に指標値が大きくなり、10 時台、11 時台に午前のピークを迎える。平日は指標値の立ち上がりが土日に比べ早く、4 時台 5 時台から徐々に指標値が大きくなり、7 時台、8 時台に午前のピークを迎える。午後は、平日・土日ともに 17 時台をピークとし、以降、徐々に指標値が小さくなる。

都市内街路（平均値）群別時間別変化図



平成 16 年度交通量常時観測調査報告書⁴より抜粋

図 3-4 都市内街路（平均値）群別時間別変化図

(4) 昼間 12 時間大型車混入率

表 3-1 は平成 22 年度道路交通センサス結果を用いて、道路種別別沿道状況別に昼間 12 時間大型車混入率を整理したものである。道路種別別に見ると高速自動車国道が高く、沿道状況別にみると平地部、山地部で高くなっている。

大型車は、乗用車に比べて、道路構造、環境等に与える影響が大きいいため、大型車混入率は、道路交通状況の把握において重要な指標である。

表 3-2 道路種別別沿道状況別の昼間 12 時間大型車混入率

道路種別	DID(商業地域)			DID(商業地域を除く)			その他市街部		
	昼間12時間 小型車交通量	昼間12時間 大型車交通量	昼間12時間 大型車混入率	昼間12時間 小型車交通量	昼間12時間 大型車交通量	昼間12時間 大型車混入率	昼間12時間 小型車交通量	昼間12時間 大型車交通量	昼間12時間 大型車混入率
高速自動車国道	30187	7864	20.7	38672	13577	26	24813	7978	24.3
都市高速道路	38235	7444	16.3	33783	9504	22	11835	3438	22.5
一般国道計	18123	2553	12.3	17397	3158	15.4	9764	1664	14.6
地方道計	11007	1223	10	9563	1259	11.6	5306	579	9.8

道路種別	山地部			平地部		
	昼間12時間 小型車交通量	昼間12時間 大型車交通量	昼間12時間 大型車混入率	昼間12時間 小型車交通量	昼間12時間 大型車交通量	昼間12時間 大型車混入率
高速自動車国道	10353	3838	27	15750	5635	26.3
都市高速道路	12436	1841	12.9	20621	3923	16
一般国道計	3116	647	17.2	6866	1377	16.7
地方道計	1073	134	11.1	3203	432	11.9

平成22年道路交通センサス集計結果整理表より集計

(5) 昼夜率

表 3-3 は平成 22 年度道路交通センサス結果を用いて、道路種別別沿道状況別に昼夜率を整理したものである。道路種別別に見ると高速自動車国道が高く、沿道状況別にみると DID で高くなっている。

道路は、日常生活活動を支えることが主体の道路から、産業活動を支えることが主体の道路まで種々多様である。前者の場合には、昼間 12 時間の交通量が多く、後者の場合には夜間の交通量が多くなると考えられる。

表 3-3 道路種別別沿道状況別の昼夜率

道路種別	DID(商業地域)			DID(商業地域を除く)			その他市街部		
	昼間12時間 合計交通量	24時間 合計交通量	昼夜率	昼間12時間 合計交通量	24時間 合計交通量	昼夜率	昼間12時間 合計交通量	24時間 合計交通量	昼夜率
高速自動車国道	38050	52808	1.39	52249	76736	1.47	32791	45538	1.39
都市高速道路	45679	64901	1.42	43287	61481	1.42	15273	18698	1.22
一般国道計	20677	28756	1.39	20555	28731	1.4	11428	15288	1.34
地方道計	12230	16569	1.35	10822	14747	1.36	5886	7619	1.29

道路種別	山地部			平地部		
	昼間12時間 合計交通量	24時間 合計交通量	昼夜率	昼間12時間 合計交通量	24時間 合計交通量	昼夜率
高速自動車国道	14191	20482	1.44	21385	30429	1.42
都市高速道路	14277	17743	1.24	24544	31020	1.26
一般国道計	3763	4858	1.29	8243	10800	1.31
地方道計	1208	1506	1.25	3635	4656	1.28

平成22年度道路交通センサス集計結果整理表より集計

(6) 昼間 12 時間ピーク率

表 3-4 は平成 22 年度道路交通センサス結果を用いて、道路種別別沿道状況別に昼間 12 時間ピーク率を整理したものである。道路種別別に見ると地方道が高く、沿道状況別にみると平地部、山地部で高くなっている。

都市内道路のように時間交通量が比較的安定する道路と都市周辺や郊外部の道路のようにピーク変動が大きい道路ではピーク率が高くなると考えられる。

表 3-4 道路種別別沿道状況別の昼間 12 時間ピーク率

道路種別	DID(商業地域)		DID(商業地域を除く)		その他市街部		山地部		平地部	
	昼間12時間 合計交通量	昼間12時間 ピーク率	昼間12時間 合計交通量	昼間12時間 ピーク率	昼間12時間 合計交通量	昼間12時間 ピーク率	昼間12時間 合計交通量	昼間12時間 ピーク率	昼間12時間 合計交通量	昼間12時間 ピーク率
高速自動車国道	38050	11.4	52249	10.1	32791	10.7	14191	10.2	21385	10.2
都市高速道路	45679	9.7	43287	9.8	15273	10.3	14277	11.4	24544	10.3
一般国道計	20677	9.8	20555	10.2	11428	10.5	3763	11.1	8243	11
地方道計	12230	10	10822	10.2	5886	11.5	1208	12.6	3635	12.3

平成22年度道路交通センサス集計結果整理表より集計

3.3 交通量データの変動の空間的類似性

3.3.1 交通量の変動の空間的類似性

交通量の変動は、個々に独立しているわけではなく空間的に類似する区間が存在する。たとえば、隣接する道路区間同士は、交通量や交通特性が類似し、交通量の相関

が強くなると。また、道路区間同士が隣接していなくても、交通量や交通特性が類似し、交通量の相関が強くなる場合もある。図 3-5 は、京都府内の国道 1 号の車両感知器（AADT:約 55,000）と国道 24 号の車両感知器（AADT:約 33,000）について、平成 21 年度 1 年間の日交通量の変化と交通量の比をグラフ化したものである。2 つの箇所ともに日々交通量変動しているものの、交通量の比は交通量に比べ変動が小さくなっている。この 2 箇所の日交通量の相関係数は 0.889 であった。交通量の比の変動が小さく、交通量の相関が高くなっていると考えられる。図 3-5 の 2 箇所は、隣接する道路区間同士でもなく、同一路線の区間でもないが、設置箇所が近いため交通量の変動が空間的に類似したと考えられる。

交通量の変動の空間的類似性を利用すれば、常時観測データを基準データとして、周辺の道路区間などの道路区間の交通量を推定できると考えられる。

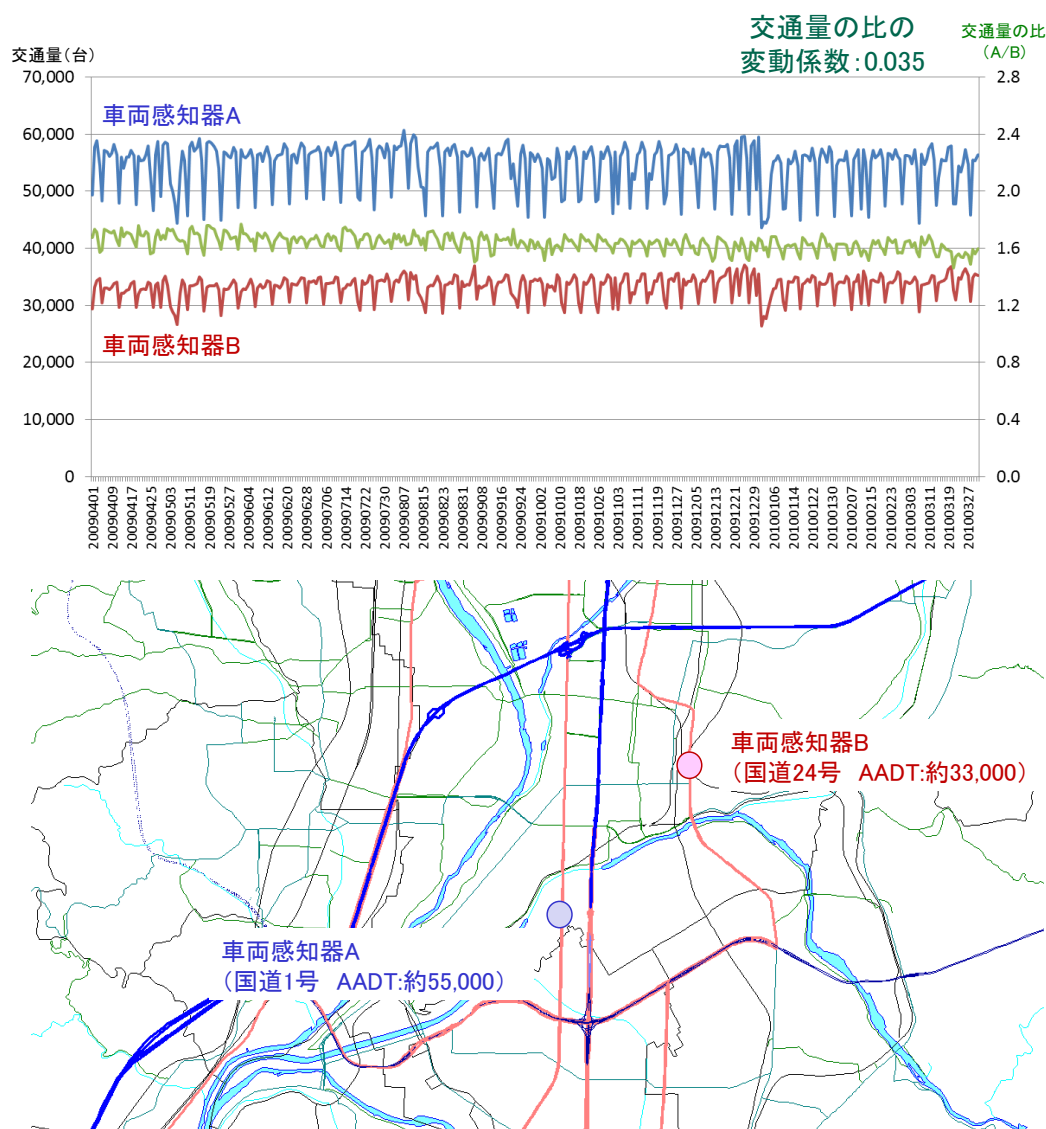


図 3-5 京都府内の 2 つの車両感知器における交通量の変動と交通量比の変動

3.3.2 交通量の変動の空間的類似性の把握方法

(1) 交通量の変動の空間的類似性を把握する方法の設定

常時観測データを基準データとして周辺の道路区間の交通量を推定するためには、交通量の比が安定し、交通量の相関が強くなる条件を整理する必要がある。そこで、隣接する道路区間同士など道路区間を占める交通の内訳が同じまたは類似すると考えられる場合と図 3-5 の様に隣接する道路区間同士ではないものの交通特性が類似すると考えられる場合とに分けて、交通量の変動の類似性を把握する方法を検討する。

(2) 交通量の変動の空間的類似性を把握する方法の考え方

1) 交通の内訳が同じまたは類似すると考えられる場合

交通量変動の空間的類似性を把握する指標として、「交通重複率」を考えた。交通重複率とは、推定区間とその近傍の車両感知器とにおいて、推定区間を通過する（通過した）交通（トリップ）に対して車両感知器を通過した（通過する）交通（トリップ）が占める割合のことであり、お互いの区間の交通量の内訳がどの程度重複しているかを示す指標である。交通重複率が高いほど、推定区間の交通のうち車両感知器を通過した（通過する）交通が多く、交通の関連性が高くなると考えられる。

交通重複率は、交通量配分を実施し、交通量配分結果と、併せて得られる経路データを用いて推定する。具体的には、任意の道路区間とその近傍の車両感知器の設置区間とにおいて、任意の道路区間の断面交通量に対する車両感知器を通過する交通（トリップ）が占める割合となる。

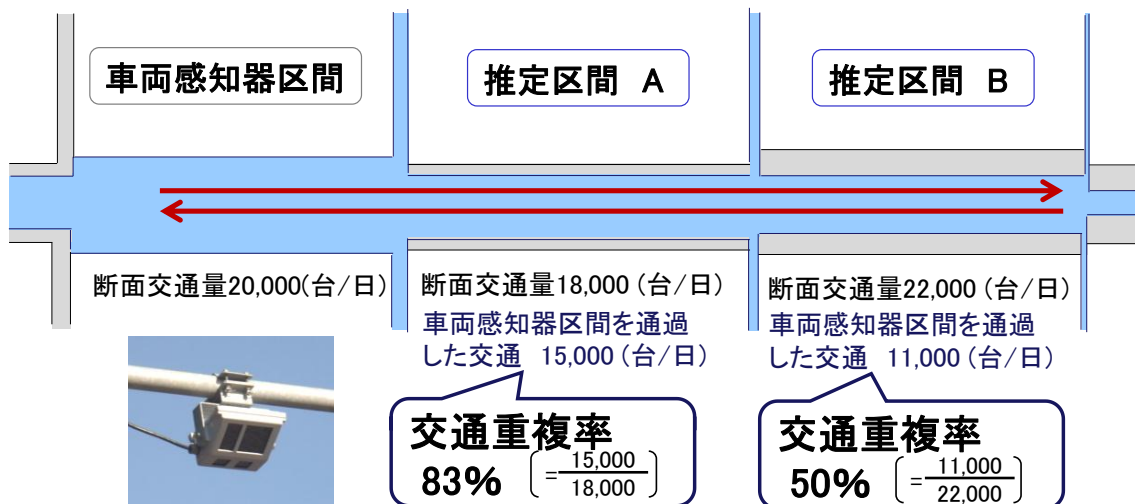


図 3-6 交通重複率の算出イメージ

2) 隣接する道路区間同士ではないものの交通特性が類似すると考えられる場合

隣接する道路区間同士ではないものの交通特性が類似すると考えられる場合の交通量変動の類似性を把握する考え方として、同一都道府県や同一生活圏など地域が同じ場合、同一沿道状況の場合、同一路線道の場合が考えられる。

(3) 交通量の変動の類似性を把握する方法の有効性の確認

近畿地方を対象に、平成 23 年度 1 年間で欠側が少なかった車両感知器 38 箇所について、1 年分のデータから相互の昼間 12 時間の交通量の比の変動係数を算定し、交通重複率との関係を確認した。平成 22 年の道路ネットワークデータ、OD 交通量データが入手できなかったため、交通重複率は、平成 21 年時点の道路ネットワーク、平成 17 年道路交通センサス時 OD 交通量データを用いて算定した。

図 3-7 より、交通重複率が 20%以上であれば、交通量比の変動係数は概ね 0.10 以下になっている。また、交通重複率が小さくても、交通量比の変動係数が小さくなるペアについては、隣接する道路区間同士ではないものの交通特性が類似するペアが含まれていると考えられる。

図 3-7 について、交通重複率 20%以上のサンプルのみを抽出して再度グラフ化したところ、回帰式の決定係数が少し向上したもの、大きな改善にはならなかった。

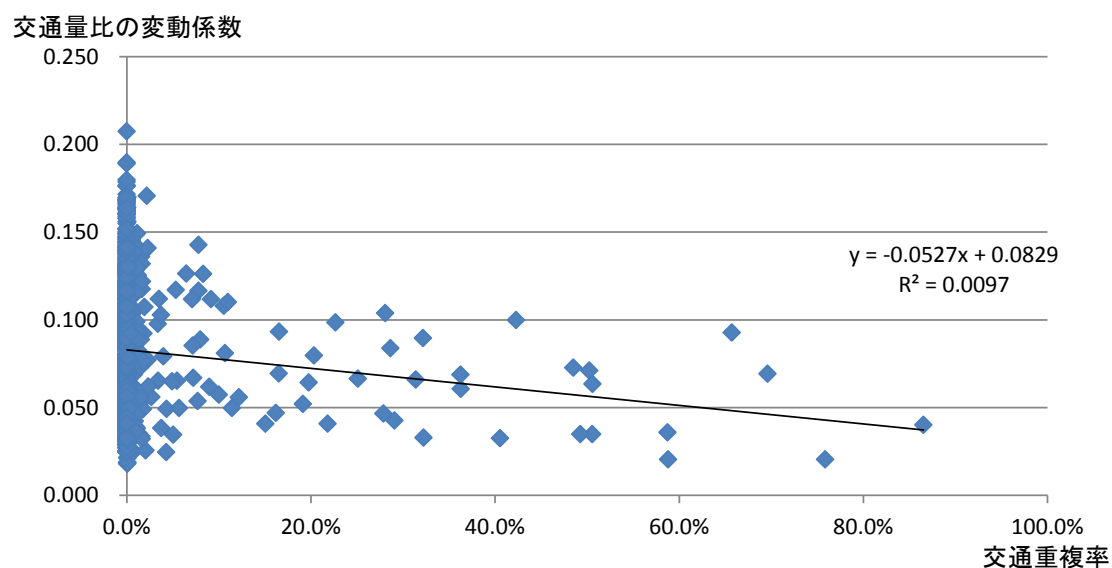


図 3-7 交通量比の変動係数と交通重複率の関係

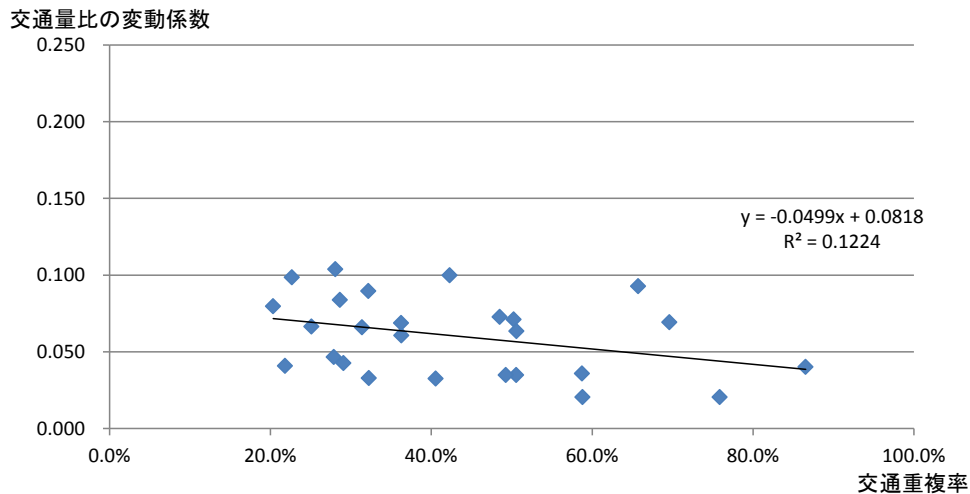


図 3-8 交通量比の変動係数と交通重複率の関係（交通重複率 20%以上のサンプル）

次に、交通重複率と同様に、近畿地方を対象に、平成 23 年度 1 年間で欠側が少なかった車両感知器 38 箇所について、1 年分のデータから相互の昼間 12 時間の交通量の比の変動係数を算定し、交通重複率 10%以上、交通重複率 20%以上、同一都道府県、同一生活圈、同一沿道状況、同一路線で、どの条件で昼間 12 時間の交通量の比の変動係数が小さくなる可能性が高いかを確認した。具体的には、交通重複率全組合せ 1,406 ペア（38 箇所×37 箇所）から各条件に当てはまる全組合せ数を算定した後、交通量比の変動係数を 0.05 以下と設定した場合、交通量比の変動係数を 0.10 以下と設定した場合について、それぞれ何%の組合せが該当するかを確認した。その結果、交通重複率 20%以上が最も交通量の変動の類似性を評価できると考えられる。交通量比の変動係数を 0.10 以下とした場合、交通重複率 20%以上だと 96%の割合となる。同一都道府県、同一生活圈、同一沿道状況、同一路線について、2 つの条件を組み合わせることを行ったものの、交通重複率より割合が高くなる組合せは無かった。

この結果から、交通量の変動の空間的類似性を把握する方法の考え方について、交通重複率を用いることは有効であると考えられる。しかしながら、交通重複率 20%以上と算定された組合せは 26 ペアしかなく、1,408 ペアの 1.8%のペアでしかなかった。交通重複率を利用することは有効であると考えられる一方で、車両感知器の設置箇所、設置密度が、交通重複率 20%以上の条件を満たす道路区間数の抽出に大きな影響を与えられ。

このため、交通の内訳が同じまたは類似すると考えられる場合には、交通重複率を利用し、同一地域など道路の地理的条件が同じと考えられる場合には、同一府県、同一生活圈などの条件を考慮することが有効と考えられる。

表 3-1 交通量の変動係数が小さい車両感知器の組合せ条件

交通量比の変動係数	重複率 10%以上	重複率 20%以上	同一府県	同一 生活圏	同一 路線	同一 沿道状況
0.05以下 (全組合せに占める割合)	11 (29%)	11 (42%)	61 (20%)	43 (27%)	37 (30%)	76 (18%)
0.1以下 (全組合せに占める割合)	35 (92%)	25 (96%)	237 (80%)	129 (81%)	98 (80%)	316 (77%)
全組合せ	38	26	298	160	122	412

3.4 本章のまとめ

本章では、常時観測データを利用し、交通量の変動の空間的類似性の把握方法の確認を行った。具体的には、交通量の変動の空間的類似性を把握する方法として、交通重複率を用いる方法を提案した。その有効性と特徴は以下の通りである。

交通重複率が 20%以上であれば、交通量の比の変動係数が 0.10 以下になると考えられ、交通重複率 20%が一つの目安になると考えられる。しかしながら、交通重複率 20%以上と算定された組合せは 26 ペアしかなく、1,408 ペアの 1.8%のペアでしかなかった。

交通重複率を利用することは有効であると考えられる一方で、車両感知器の設置箇所、設置密度が、交通重複率 20%以上の条件を満たす道路区間数の抽出に大きな影響を与えると考えられる。

このため、交通重複率が小さくても、隣接する道路区間同士ではないものの交通特性が類似すると考えられる同一都道府県、同一生活圏、同一沿道状況、同一路線などの条件も踏まえて、交通量の変動の類似性を判断することも有効と考えられる。

第 3 章の参考文献

- 1) 北村隆一:変動についての試行的考察, 土木計画学研究・論文集, No. 20, pp. 1-15, 2003.
- 2) 池之上慶一郎:交通量の変動, 技術書院, 1966
- 3) 飯田恭敬, 高山純一:高速道路における交通量変動特性の統計分析, 高速道路と自動車, Vol. 24(12), pp. 22-32, 1981.
- 4) 国土交通省:平成 16 年度交通量常時観測調査報告書, 2006.3

第 4 章 常時観測データの異常値、欠測値の処理方法

第4章 常時観測データの異常値、欠測値の処理方法

4.1 本章の目的

常時観測データには、機器の異常や工事・事故による交通規制などに起因する通常とは異なる交通量データ（以下「異常値」という。）や欠測値が発生する。このため、常時観測データの活用の際に、異常値や欠測値の処理が大きな課題となっている。

本章では、常時観測データの処理技術として、第3章の成果を踏まえ、常時観測データに発生する異常値、欠測値の処理方法を提案することを目的とする。

4.2 常時観測データの処理の考え方

4.2.1 これまでの常時観測データの処理方法

(1) 異常値・欠測値の処理の現状と課題

常時観測データは、5分単位又は1時間単位に収集されている。それぞれの車両感知器に発生した欠測値は、地方整備局等において運用されている“交通量常時観測システム”にて処理されてきた。当該システムによる処理方法は以下の通りである。

まず、5分単位の計測値について述べる。5分単位の計測値に欠測が生じた場合は、欠測した前後の5分間の計測値の平均値により欠測値処理が行われている。前後の5分間のいずれかに欠測の場合には、さらに前後5分間の計測値の平均値により欠測値処理が行われる。それでも欠測値処理が不可能な場合には、当該5分間を含む1時間帯は、欠測値とする。

上記の5分単位の欠測値処理の結果、ある1時間帯に欠測値が生じた場合は、1時間単位の欠測値処理を行うことになる。ここでは、前後の週の日曜日・同時間・同車種の交通量の平均値により欠測値処理が行われる。前後の週のいずれかに欠測がある場合は、さらに前後の週の交通量の平均値により欠測値処理が行われる。それでも欠測値処理が不可能な場合には、当該1時間は欠測値となる。

この欠測値処理方法では、欠測値が完全に処理できないこと、1時間単位の欠測値処理に前後2週間の計測値が必要となるため、欠測値の処理に1～2週間を要することが課題であった。

一方、異常値の処理はシステム化されておらず、異常値の判別は、担当者の経験と勘に基づき判別され、異常値と判別された場合には、交通量常時観測システムにて処理できなかった欠測値と併せ、担当者の手作業により補完処理が行われていた。

(2) 関連する既往研究と本研究で提案する手法の意義

常時観測データは、交通状況分析に非常に有効なデータであり、これまでも交通量変動特性の把握¹⁾、道路網の信頼性評価²⁾、交通状況と事故率との関連分析³⁾、渋滞発生時の交通現象の把握⁴⁾、大気汚染濃度の推計⁵⁾など常時観測データを利用した分析、研究が多数行われている。

常時観測データの利用にあたり、例えば、石井ら¹⁾は観測データのうち特異な変動が現れる期間（年末年始、ゴールデンウィーク、お盆、多積雪時期など）を、岩崎ら⁶⁾は、故障や明らかに異常な値を示したデータを解析の対象から除外しており、内海ら⁷⁾⁸⁾は、より多くのデータによって正確な分析を行うという観点から、連続欠測時間が2時間以下の短時間の欠測値に対して、前後の時間の正常データから欠測値を推定補完している。

このように、常時観測データの利用にあたっては、異常値・欠測値の除外、又は、欠測値の推定補完が行われている。

既往研究では、上記のように常時観測交通量データを活用する際には、異常値・欠測値を除外して分析している場合が多い（もしくは、異常値・欠測値については触れていない場合が多い）。内海ら⁷⁾⁸⁾のように欠測値の推定補完方法に取り組んでいる研究事例は他に見つけることはできなかった。また、欠測値の推定補完を行う内海ら⁷⁾⁸⁾の方法でも、連続欠測時間が3時間以上になると欠測値となるため、長時間の連続欠測には対応できないという課題を有しており、異常値の処理方法については触れていない。

このように、これまでの研究では、常時観測データを用いた各種分析・研究が中心になされており、分析の前処理にあたる欠測値の取り扱いに触れている例は極めて少なく、異常値について扱っている研究は見当たらなかった。

一方、一般的な統計学の分野では、異常値の処理に関しては、区間推定概念が用いられることがある。平均値 μ を中心として、標準偏差 σ の倍数で区間を分割（ $\mu \pm \sigma$ 、 $\mu \pm 2\sigma$ 、 $\mu \pm 3\sigma$ など）し、その外側の値が生じたときに異常値として取り扱う。品質管理などでは、 $\mu \pm 3\sigma$ の外側に値が生じたとき、工程に異常が生じていると判断される場合が多い⁹⁾。また、99%の信頼度となる $\mu \pm 2.58\sigma$ 、95%の信頼度として $\mu \pm 1.96\sigma$ 、90%の信頼度として $\mu \pm 1.645\sigma$ など用いられる¹⁰⁾。

本研究では、異常値・欠測値を可能な限り減らし、広域的な交通量の推定に必要な精度の常時観測データの算出を目的として、常時観測データの異常値・欠測値の処理方法の開発を行うものである。

なお、異常値・欠測値の処理以前の問題として、車両感知器の補修・更新を実施し、可能な限り正常なデータの収集に努めるべきであることは言うまでもない。しかし、工事規制、事故、停電時の影響等により、いかに機器の保守・点検を行っていたとしても、異常値・欠測値の発生は避けられない。本研究の意義は大きいと考えている。

器を含む道路区間に局地的に発生する日交通量の特異な値と定義する。これは、第5章述べる通り、常時観測データを広域的な交通量の推定に用いるため、交通量の推定結果に大きな影響を与えることがないように配慮したものである。

一方、台風などの異常気象時や年末年始など広域的に発生する通常と異なる交通量は、車両感知器を含む道路区間だけでなく、その近傍の広範囲の推定区間も同様に通常と異なる交通量となっていると考えられるため、異常値とはみなさない。

なお、工事・事故の交通規制による局所的な異常値については、工事時・事故発生時の交通状況を現す貴重なデータであることから、異常値の処理結果とは別に中間値として出力・保管することとした。

4.3.2 異常値・欠測値の処理フロー

異常値・欠測値の処理方法のフローは図 4-2 の通りである。①～③及び⑤は、システムによる自動処理を想定しており、④だけに人間の判断が入ってくる。

- ①5分単位の計測値を集計するとともに、5分単位の欠測値処理を行い、1時間単位の方
向別車種別交通量（中間値）を作成する。
- ②1時間単位の方
向別車種別交通量（中間値）を集計するとともに1時間単位の欠測値処
理を行い、24時間断面交通量（中間値）を作成する。
- ③24時間断面交通量（中間値）を用いて異常値の判別を実施し、異常値となる可能性が
ある場合には24時間断面交通量（推定値）を作成する。
- ④担当者は、異常値処理前の24時間断面交通量（中間値）と異常値処理後の24時間断面
交通量（推定値）とを比較し、異常値処理の妥当性を判断する。
- ⑤24時間断面交通量（確定値）をもとに、1時間単位の方
向別車種別交通量（確定値）
を作成する。

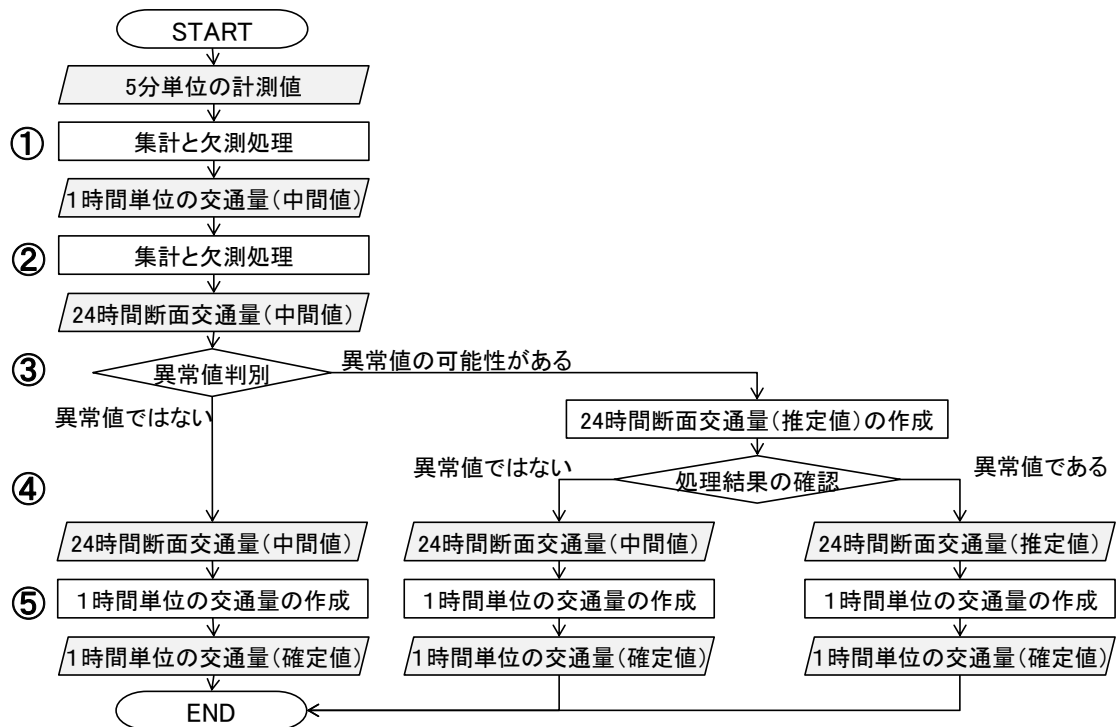


図 4-2 異常値・欠測値の処理フロー

4.3.3 異常値・欠測値の処理方法

以下、図 4-2に沿って説明する。

① 5分単位の計測値の集計と欠測値処理

5分単位の方法別車種別（計測値）を1時間単位の方法別車種別交通量（中間値）に集計する。5分単位の欠測が発生している場合には、下記により欠測値処理を行う。

集計対象とする1時間で45分以上の計測値が得られた場合、5分単位の方法別車種別交通量（計測値）を1時間に拡大する。

$$Q_{TC-1h}(\text{中間値}) = \sum (Q_{TC-5min}(\text{計測値})) \times 60 / \sum (Q_{TC-5min} \text{の計測時間}) \quad (\text{式4-1})$$

Q_{TC-1h} : 1時間単位の方法別車種別交通量

$Q_{TC-5min}$: 5分単位の方法別車種別交通量

集計対象とする1時間で45分以上の計測値が得られなかった場合、当該1時間はこの段階で欠測とする。

欠測となった1時間帯については、次に1時間単位の欠測値処理を行うことになる。

② 1時間単位の交通量の集計と欠測値処理

1時間単位の方法別車種別交通量（中間値）を24時間断面交通量（中間値）に集計する。1時間単位の欠測が発生している場合には、下記により欠測値処理を行う。

集計対象とする24時間の7時台-18時台の昼間12時間で6時間以上の計測値が得られた

場合、1時間単位の方角別車種別交通量（中間値）を24時間断面交通量（中間値）に拡大する。

$$Q_{TC-24h}(\text{中間値}) = \Sigma Q_{TC-1h}(\text{中間値}) / \Sigma K(\text{欠測時間}) \quad (\text{式4-2})$$

Q_{TC-24h} : 24時間断面交通量

Q_{TC-1h} : 1時間単位の方角別車種別交通量

K: 基準時間係数

ここで、基準時間係数とは、前年度平均の24時間断面交通量（確定値）に対する前年度平均の方角別車種別の時間交通量の比率（平休別）をいう。

集計対象とする24時間の昼間12時間で6時間以上の計測値が得られなかった場合、当該24時間は欠測値とする。

欠測となった24時間については、次に図 4-2③にて24時間断面交通量（推定値）の作成を行うことになる。

③-1 異常値の判別

24 時間断面交通量（中間値）を用いた異常値の判別は、まず当該車両感知器の過去の傾向から通常発生しうる交通量か異常値か判別を行う（step1）。ここで異常値と判別された場合には、当該車両感知器と交通量の変動が類似すると考えられる近傍の車両感知器（以下「関連常時観測点」という。）との24 時間断面交通量の比（以下「24 時間断面交通量比」という。）を用いて、広域的に発生する通常と異なる交通量かどうか判別を行う（step2）（図 4-3）。

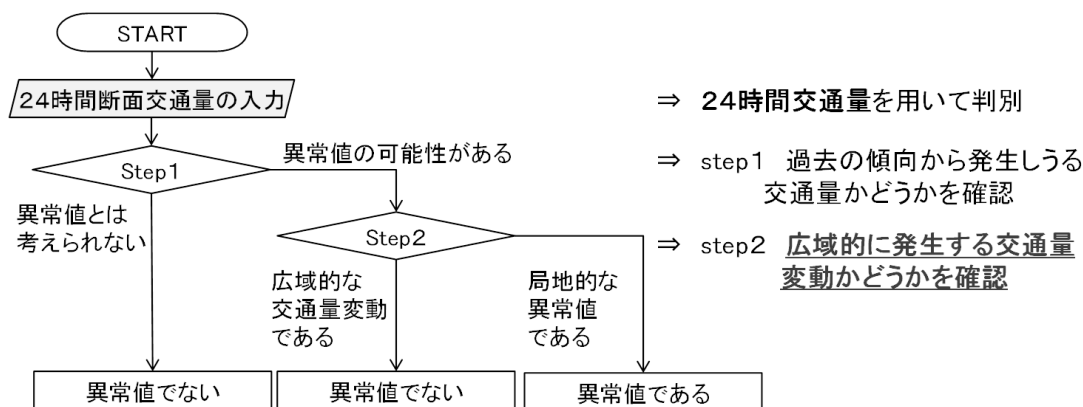


図 4-3 異常値判別の方法

(Step1) : 異常値の可能性のある値の判別

$$24 \text{ 時間断面交通量 (中間値)} < m \times a - 3 \sigma_1 \text{ 又は} \quad (\text{式4-3})$$

$$m \times a + 3 \sigma_1 < 24 \text{ 時間断面交通量 (中間値)}$$

m: 前年同月の平均 24 時間断面交通量（確定値）（平休別）

a: 当年前月と前年前月との平均 24 時間断面交通量（確定値）の伸率（平

休別)

σ_1 : 前年同月の24時間断面交通量(確定値)の標準偏差 (平休別)

(Step2): 異常値の判別

24 時間断面交通量比 $< t - 3\sigma_2$ 又は (式4-4)

$t + 3\sigma_2 < 24$ 時間断面交通量比

t : 前月平均の 24 時間断面交通量比 (平休別)

σ_2 : 前年同月の24時間断面交通量比の標準偏差 (平休別)

③-2 24時間断面交通量の作成

24 時間断面交通量 (中間値) が、“異常値ではない”と判別された場合、24 時間断面交通量 (中間値) を出力する。“異常値の可能性はある”と判別された場合及び 24 時間断面交通量 (中間値) が欠測値の場合には、当該車両感知器と関連常時観測点との 24 時間断面交通量比を用いて、24 時間断面交通量 (推定値) の作成を行う。

$$Q_{TC-24h} \text{ (推定値)} = Q_{\text{関連 TC-24h}} \text{ (推定日)} \times r_{Q/Q \text{ 関連}} \quad (\text{式4-5})$$

Q_{TC-24h} : 当該車両感知器の 24 時間断面交通量

$Q_{\text{関連 TC-24h}}$: 関連常時観測点の 24 時間断面交通量

$r_{Q/Q \text{ 関連}}$: 推定日の前月平均の当該車両感知器と関連常時観測点との 24 時間断面交通量比 (平休別)

⑤ 1時間単位の方角別車種別交通量の作成

24 時間断面交通量 (中間値) が、“異常値ではない”と判別された場合、1 時間単位の方角別車種別交通量 (中間値) を 1 時間単位の方角別車種別交通量 (確定値) として出力する。この時、1 時間単位の方角別車種別交通量 (中間値) に欠測が含まれる場合には、24 時間断面交通量 (中間値) に当該車両感知器の欠測時間の基準時間係数を乗じて、1 時間単位の方角別車種別交通量 (確定値) を作成する。

24 時間断面交通量 (中間値) が、“異常値である”と判別された場合、24 時間断面交通量 (推定値) に、当該車両感知器の基準時間係数を乗じて 1 時間単位の方角別車種別交通量 (確定値) の作成を行う。

$$Q_{TC-1h} \text{ (確定値)} = Q_{TC-24h} \text{ (中間値)} \times K_{i \text{ 時}} \quad (\text{式4-6})$$

$$Q_{TC-1h} \text{ (確定値)} = Q_{TC-24h} \text{ (推定値)} \times K_{i \text{ 時}}$$

Q_{TC-1h} : 当該車両感知器の 1 時間単位の方角別車種別交通量

Q_{TC-24h} : 当該車両感知器の 24 時間断面交通量

$K_{i \text{ 時}}$: 当該車両感知器の欠測時間帯 i の基準時間係数

4.4 異常値の判別方法の検証

4.4.1 平均値と標準偏差を用いて異常値の判別を行うことについて

日交通量の正規性を確認するため、東北地方の110箇所の常時観測データについて、平成23年3月に発生した東日本大震災の影響を除去するため、平成22年3月～平成23年2月のデータを用いて、平日と休日に分けて、月別日交通量の正規性の検定

(Shapiro-Wilk検定)を実施した。帰無仮説は、「日交通量は正規分布に従う」とした。 $p \geq 0.05$ (有意水準0.05)で帰無仮説は棄却されない(正規分布ではないとはいえない)こととなる。

平日の12月、1月で棄却される箇所が多いものの、おおむね帰無仮説は棄却されない結果となった。以上から、日交通量の変動を、正規分布と仮定し、平均値と標準偏差を用いて、異常値の判別を行うこととした。

表 4-1 日交通量の正規性の検定結果 (平日)

	2010年										2011年	
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
棄却されなかった箇所数 (割合:%)	71 (65%)	68 (62%)	90 (82%)	78 (71%)	95 (86%)	70 (64%)	85 (77%)	100 (91%)	99 (90%)	7 (6%)	54 (49%)	93 (85%)

表 4-2 日交通量の正規性の検定結果 (休日)

	2010年										2011年	
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
棄却されなかった箇所数 (割合:%)	108 (98%)	101 (92%)	70 (64%)	93 (85%)	89 (81%)	96 (87%)	101 (92%)	93 (85%)	86 (78%)	104 (95%)	91 (83%)	104 (95%)

4.4.2 関連常時観測点の活用の有効性の確認

異常値の判別について、任意の車両感知器において、過去の交通量の傾向から異常値の判別を行うだけでは、台風や年末年始など広域的に生じている交通量変動を判別できない。このため、“任意の区間の交通量は日々変動しているものの、近傍の区間との交通量の比はほとんど変わらない”という交通特性を利用することとしている。

図 4-3 の step1 で、ある車両感知器の 24 時間断面交通量 (中間値) が異常値の可能性があると判別されても、step2 で当該車両感知器と関連常時観測点との 24 時間断面交通量比が通常と変わらない場合には、2 つの車両感知器が同様に交通量変動したと考えられ、広域的に発生した通常と異なる交通量であると考えられることができる。一方で、当該車両感知器と関連常時観測点との 24 時間断面交通量比も通常から大きく変化した場合には、当該車両感知器において局地的に異常値が発生したと考えることができる。

このように、任意の車両感知器と関連常時観測点との24時間断面交通量比を活用することにより、局地的な異常値と広域的に発生した通常と異なる交通量とを判別することができることから、異常値判別に、関連常時観測点との24時間交通量比を活用することが、非常に有効であると考ええる。

4.4.3 24 時間断面交通量を用いた異常値判別

本研究で構築した異常値の判別方法では、24時間断面交通量（中間値）を用いて異常値判別を行うとしている。

常時観測データは、1時間単位の方法別車種別の交通量データであること、1時間単位の交通量データがアウトカム指標の算定等に用いられることから1時間単位の交通量データの異常値判別も重要と考えられることから1時間単位の方法別車種別交通量（中間値）を用いて異常値判別を行うことも考えられる。そこで、24時間断面交通量（中間値）を用いて異常値判別を行うことについて考察する。

図 4-4は、図 4-1と同じ車両感知器の10時台の上り大型車交通量の年間変動と、その車両感知器に近接する車両感知器との10時台の上り大型車交通量の比の年間変動を示したものである。

この図より、上り大型車の時間交通量を対象とした場合ではあるものの、交通量・交通量比ともに変動が大きく、24時間断面交通量のように“任意の区間の交通量は日々変動しているものの、近傍の区間との交通量の比はほとんど変わらない”という交通特性を見出すことはできなかった。

以上のことから、本論文での異常値判別には、1時間単位の方法別車種別の交通量を用いず、24時間断面交通量（中間値）を用いることとした。

しかしながら、常時観測データは、1時間単位の方法別車種別の交通量データであり、1時間単位の交通量データがアウトカム指標の算定等に用いられることから1時間単位の交通量データの異常値判別も重要と考えられる。このため、1時間単位の方法別車種別交通量（中間値）を用いて異常値判別を行うことも重要と考えられる。1時間単位の交通流の状態は、夜間などの交通量がゼロに近い状態から、渋滞時の交通容量限界の状態まで幅広く存在するため、異常値の判別の基準値として1時間単位の交通容量を設定することが考えられる。交通容量の設定方法等を含め、1時間単位の異常値の判別方法は、今後の課題と考えられる。

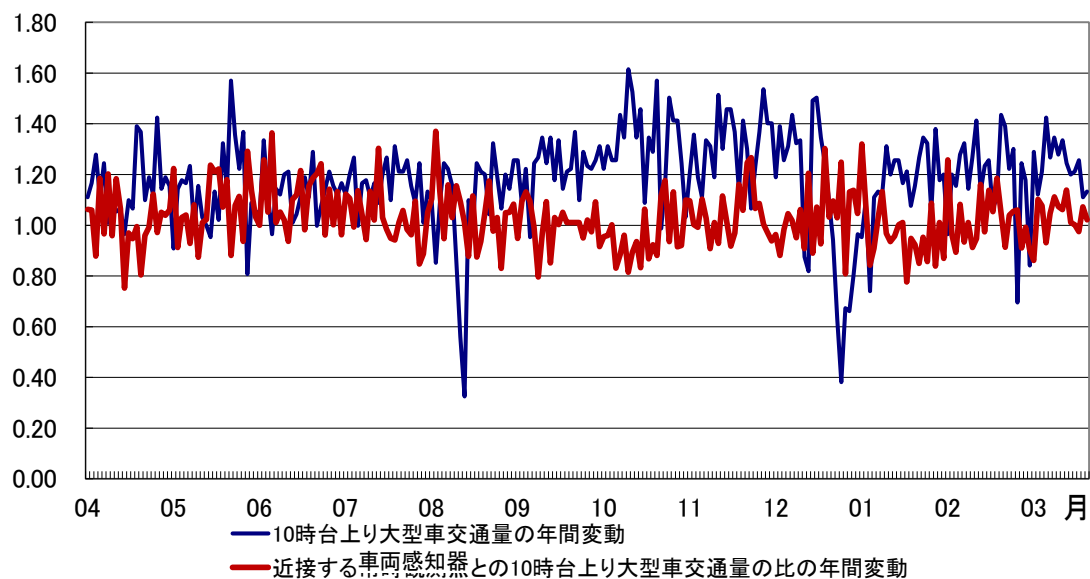


図 4-4 平日 10 時台の大型車交通量の年間変動と近接する車両感知器との大型車交通量の比の年間変動

4.4.4 異常値の判別方法の検証

本研究では、異常値判別の閾値として、標準偏差 σ の 3 倍を用いた。 3σ の外側の範囲は、確率 0.003 のきわめて稀に発生する値（≒異常値）と考え、本研究における異常値の判別に用いることとした。以降、 3σ を用いた異常値判別の有効性を検証する。

東北地方 111 箇所の常時観測データを用いて、平成 21 年 5 月から平成 22 年 3 月までの 11 ヶ月間を対象に異常値判別を行った結果を検証する。

検証にあたっては、統計学でいう第一種過信（実際のところ異常値では無いにも関わらず異常値と判別されてしまうこと）は許容できるものの、第二種過信（実際に異常値であるにも関わらず異常値でないと判別されてしまうこと）は許容できないと考えた。

Step1 の異常値判別の閾値として、24 時間断面交通量（確定値）の標準偏差（ 1σ ）を用いた場合、 2σ を用いた場合、 3σ を用いた場合、 4σ を用いた場合の 4 案を比較した。台風が接近した 10 月 8 日、年末年始の 12 月 31 日と 1 月 1 日を特異日として他の日と区別して月ごとに整理した結果を表-1 に、9 月から 12 月の 4 ヶ月間の判別結果を車両感知器ごとにプロットした結果を図 4-5 から図 4-8 に示す。

閾値を 1σ とした場合には、11 ヶ月間（10/8、12/31、1/1 を除く）での異常値の可能性がある日の抽出率が 35.4%と高く、10 月に発生した台風や年末が区別できないほどに多くの日が抽出されている。閾値を 2σ とした場合には、11 ヶ月間（10/8、12/31、1/1 を除く）での抽出率が 9.3%であり、さらに 9 月においては 16.4%となり、本研究で定義する機器の故障や工事・事故等に起因する異常値の抽出率としてはやや高いと考え

られる。閾値を 3σ とした場合には、11 ヶ月間（10/8、12/31、1/1 を除く）の抽出率が 3.0%、一方で、台風時の抽出率が 90.1% と高く、台風時と同程度の特異な値が抽出できていると考えられる。閾値を 4σ とした場合には、11 ヶ月間（10/8、12/31、1/1 を除く）での抽出率が 1% と低く、さらに台風や年末の抽出率も低く、異常値を抽出できているとは言い難い。実際に異常値であるにも関わらず異常値でないと判別されてしまうことを避ける観点及び一般的な統計論との整合性から 3σ を採用することとした。

次に、step2 の異常値判別の閾値として、24 時間断面交通量比の標準偏差（ 1σ ）を用いた場合、 2σ を用いた場合、 3σ を用いた場合、 4σ を用いた場合の 4 案を比較した。台風が接近した 10 月 8 日、年末年始の 12 月 31 日と 1 月 1 日を特異日として他の日と区別して月ごとに整理した結果を表 4-3 に、9 月から 12 月の 4 ヶ月間の判別結果を車両感知器ごとにプロットした結果を図 4-9 から図 4-12 に示す。

閾値を 1σ 、 2σ とした場合には、台風や年末年始の広域的な交通量変動を十分に異常値から除外できていない。 3σ とした場合には、台風や年末年始をおおむね除外できている。 4σ とすることも考えられるものの、台風や年末年始に加え、ほとんどの日が除外されてしまい、異常値の判別そのものが意味をなさなくなること、step1 及び一般的な統計論との整合性から 3σ を採用することとした。

表 4-3 step1 の異常値判別の検証結果

	サンプル数 (A)	欠測数 (B)	1σ		2σ		3σ		4σ	
			抽出数 (C1)	抽出率 C1/(A-B)	抽出数 (C2)	抽出率 C2/(A-B)	抽出数 (C3)	抽出率 C3/(A-B)	抽出数 (C4)	抽出率 C4/(A-B)
5月	3,441	39	1,057	30.7%	241	7.0%	51	1.5%	16	0.5%
6月	3,330	32	1,147	34.4%	277	8.3%	99	3.0%	51	1.5%
7月	3,441	41	1,236	35.9%	296	8.6%	82	2.4%	22	0.6%
8月	3,441	32	1,067	31.0%	269	7.8%	83	2.4%	38	1.1%
9月	3,330	69	1,540	46.2%	546	16.4%	202	6.1%	70	2.1%
10月 10/8除く	3,330	49	1,387	41.7%	375	11.3%	84	2.5%	15	0.5%
11月	3,330	111	1,211	36.4%	287	8.6%	96	2.9%	35	1.1%
12月 12/31除く	3,330	95	814	24.4%	144	4.3%	32	1.0%	12	0.4%
1月 1/1除く	3,330	128	1,092	32.8%	261	7.8%	76	2.3%	32	1.0%
2月	3,108	84	1,066	34.3%	255	8.2%	68	2.2%	31	1.0%
3月	3,441	121	1,415	41.1%	472	13.7%	219	6.4%	146	4.2%
11ヶ月計 10/8,12/31 1/1除く	36,852	801	13,032	35.4%	3,423	9.3%	1,092	3.0%	468	1.3%
台風 10/8	111	2	106	95.5%	104	93.7%	100	90.1%	84	75.7%
年末 12/31	111	4	107	96.4%	106	95.5%	94	84.7%	31	27.9%
年始 1/1	111	5	96	86.5%	71	64.0%	32	28.8%	7	6.3%

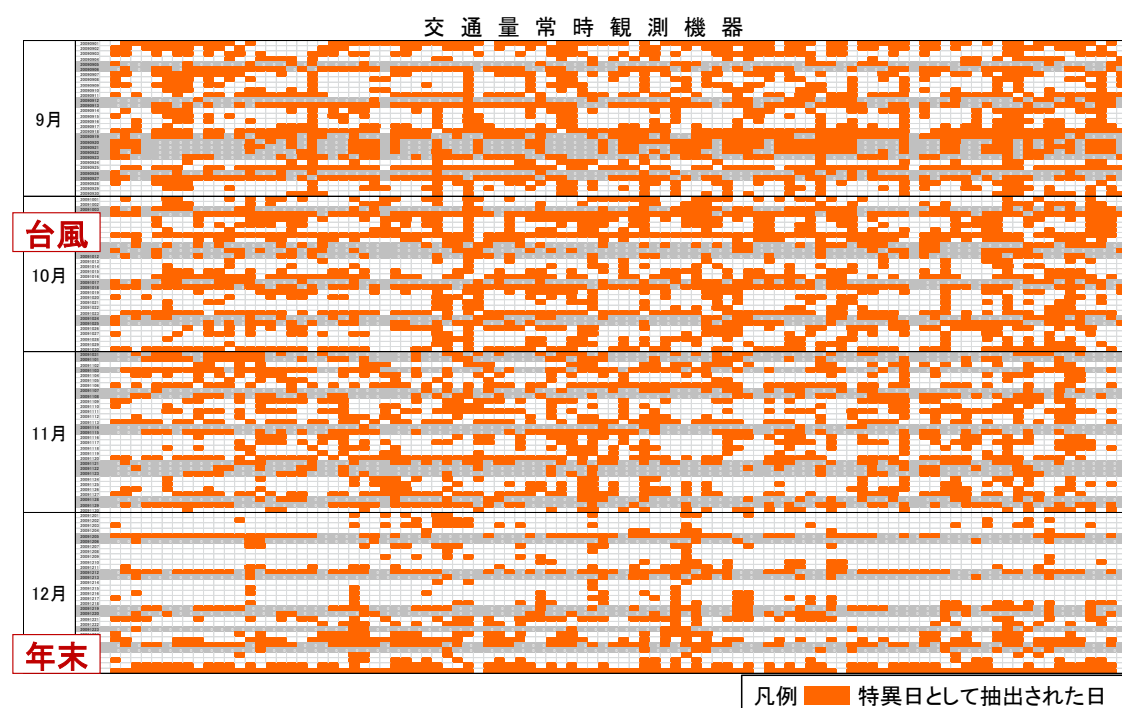


図 4-5 step1 の異常値判別の検証結果 (step1 の閾値を σ とした場合)

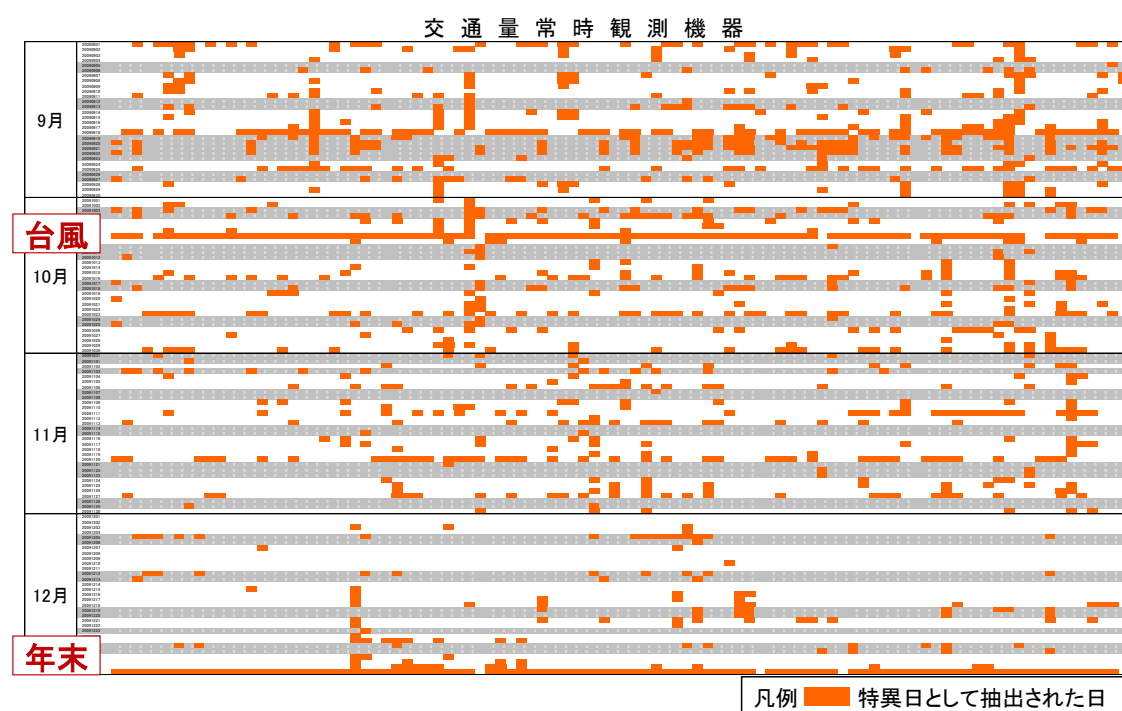


図 4-6 step1 の異常値判別の検証結果 (step1 の閾値を 2σ とした場合)

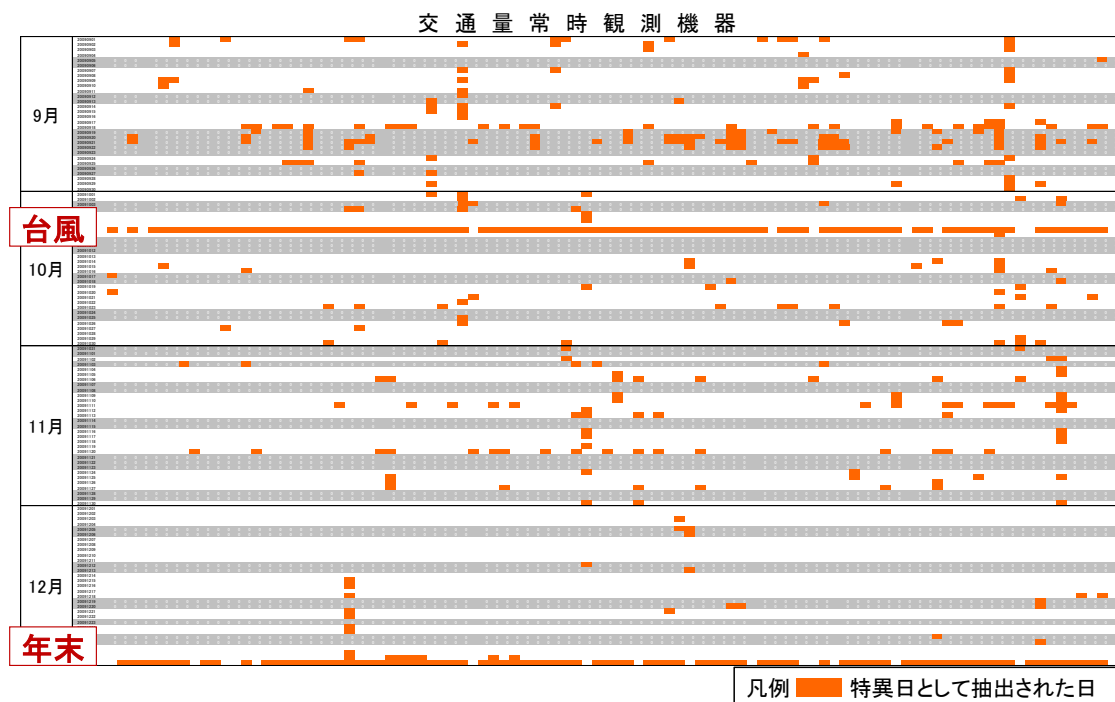


図 4-7 step1 の異常値判別の検証結果 (step1 の閾値を 3σ とした場合)

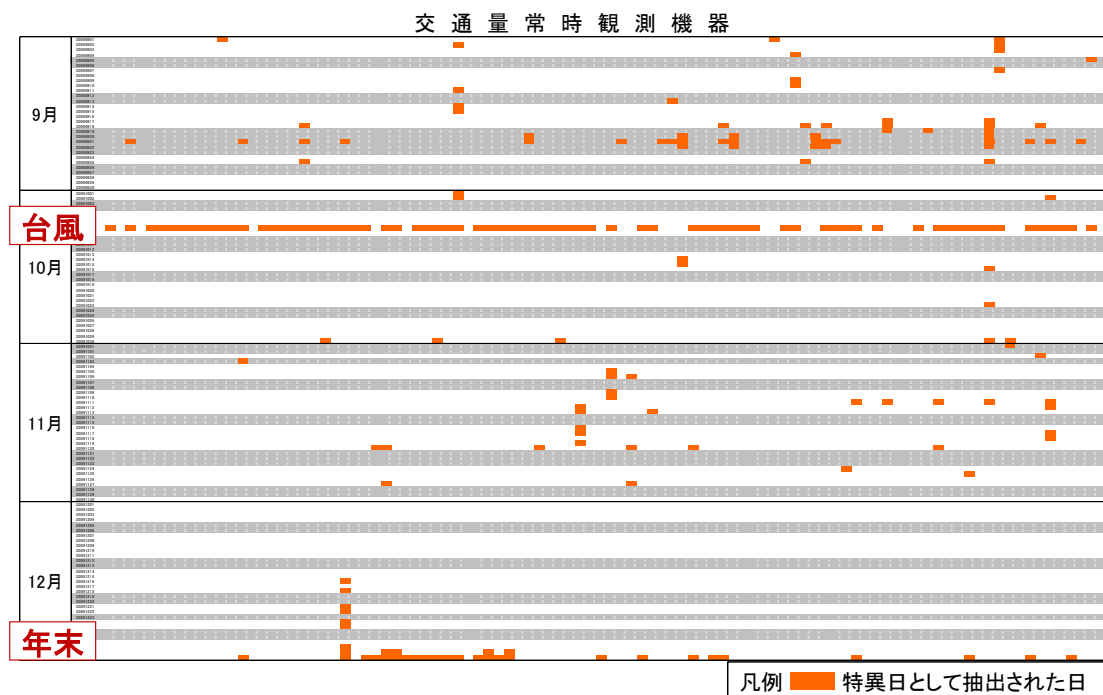


図 4-8 step1 の異常値判別の検証結果 (step1 の閾値を 4σ とした場合)

表 4-4 step2 の異常値判別の検証結果

		STEP1の 抽出結果 (A)	1σ		2σ		3σ		4σ	
			除外数 (B1)	除外率 (B1/A)	除外数 (B2)	除外率 (B2/A)	除外数 (B3)	除外率 (B3/A)	除外数 (B4)	除外率 (B4/A)
5月		51	18	35%	31	61%	37	73%	41	80%
6月		99	43	43%	63	64%	79	80%	88	89%
7月		82	24	29%	38	46%	47	57%	53	65%
8月		83	24	29%	41	49%	52	63%	55	66%
9月		202	82	41%	111	55%	130	64%	152	75%
10月	10/8除く	84	22	26%	35	42%	48	57%	64	76%
11月		96	33	34%	54	56%	68	71%	77	80%
12月	12/31除く	32	10	31%	16	50%	19	59%	22	69%
1月	1/1除く	76	25	33%	36	47%	47	62%	57	75%
2月		68	12	18%	20	29%	30	44%	44	65%
3月		219	63	29%	95	43%	123	56%	142	65%
11ヶ月 計	10/8,12/31 1/1除く	1,092	356	33%	540	49%	680	62%	795	73%
台風	10/8	100	43	43%	61	61%	74	74%	85	85%
年末	12/31	94	33	35%	54	57%	73	78%	83	88%
年始	1/1	32	11	34%	16	50%	20	63%	24	75%

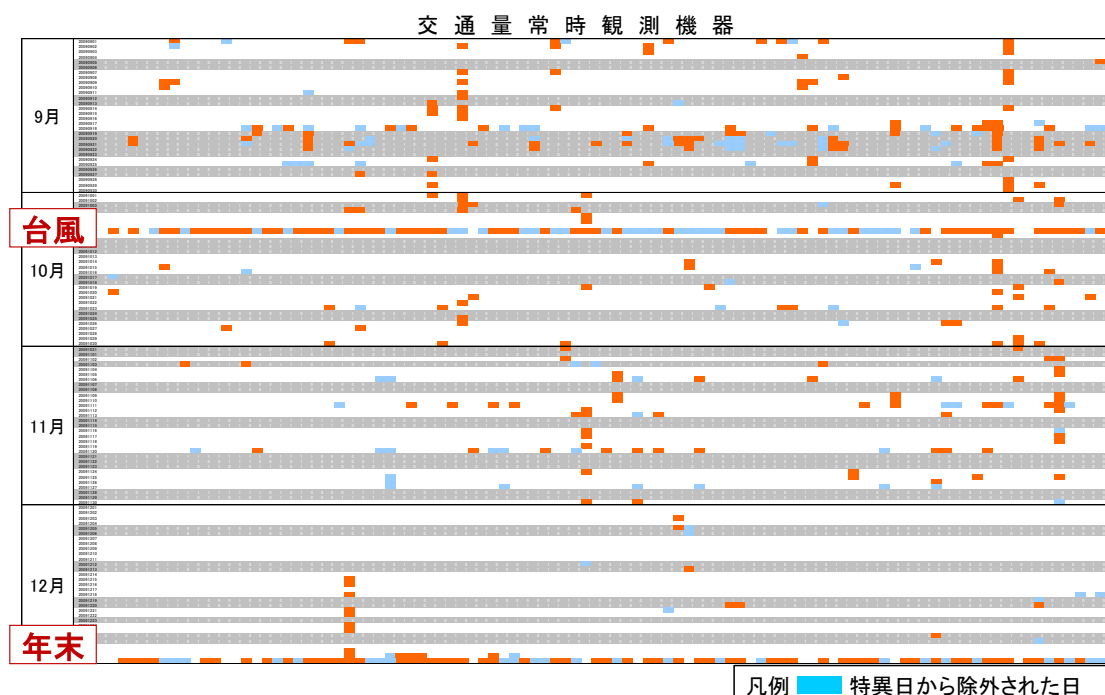


図 4-9 step2 の異常値判別の検証結果 (step2 の閾値を σ とした場合)

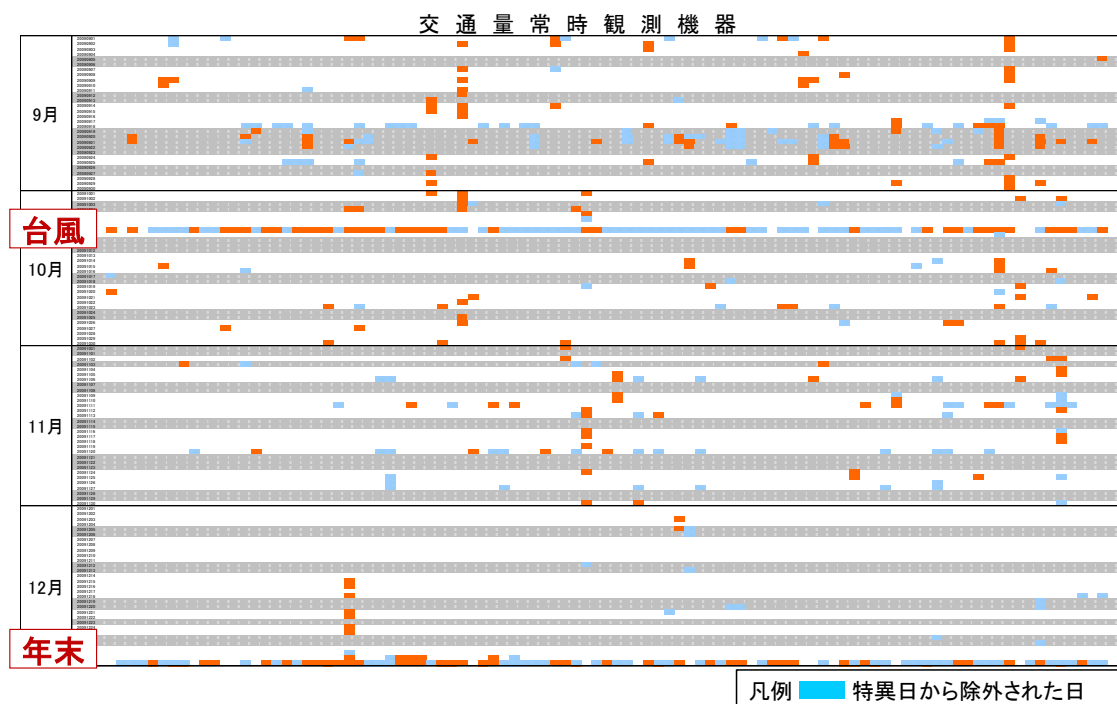


図 4-10 step2 の異常値判別の検証結果 (step2 の閾値を 2σ とした場合)

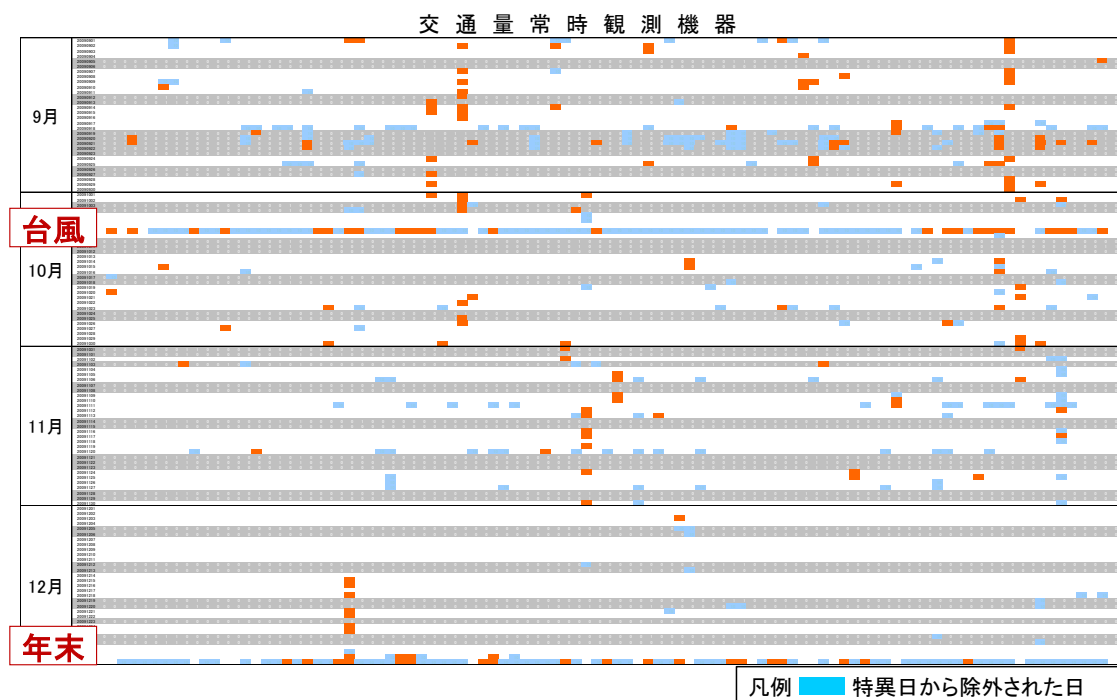


図 4-11 step2 の異常値判別の検証結果 (step2 の閾値を 3σ とした場合)

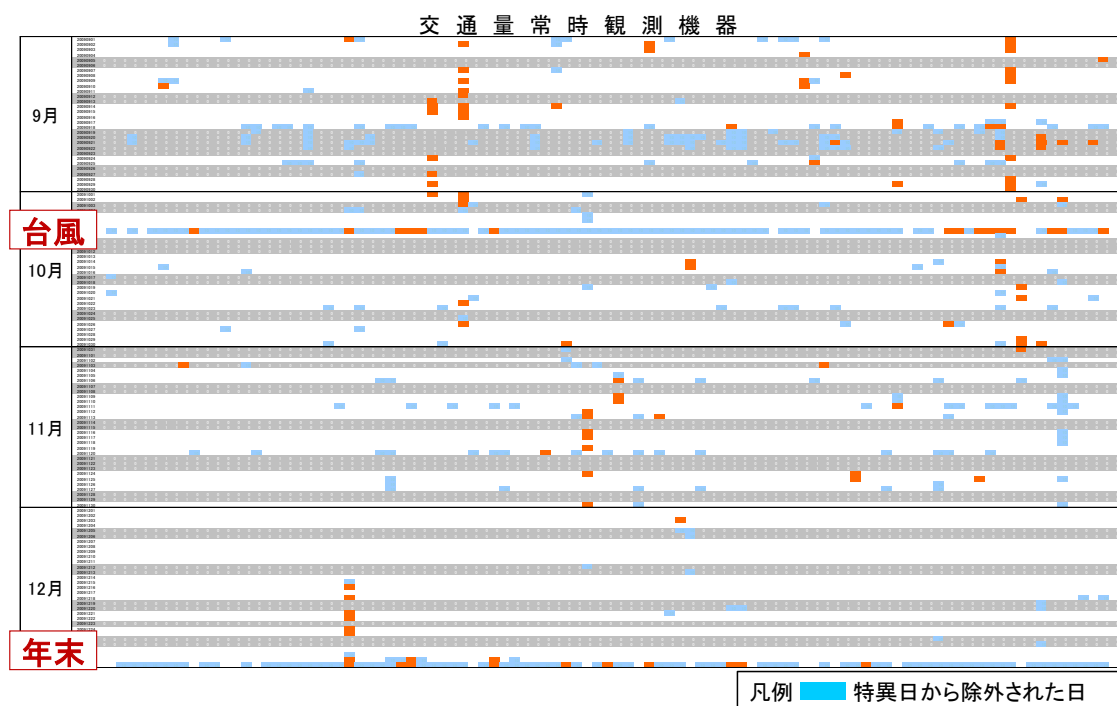


図 4-12 step2 の異常値判別の検証結果 (step2 の閾値を 4σ とした場合)

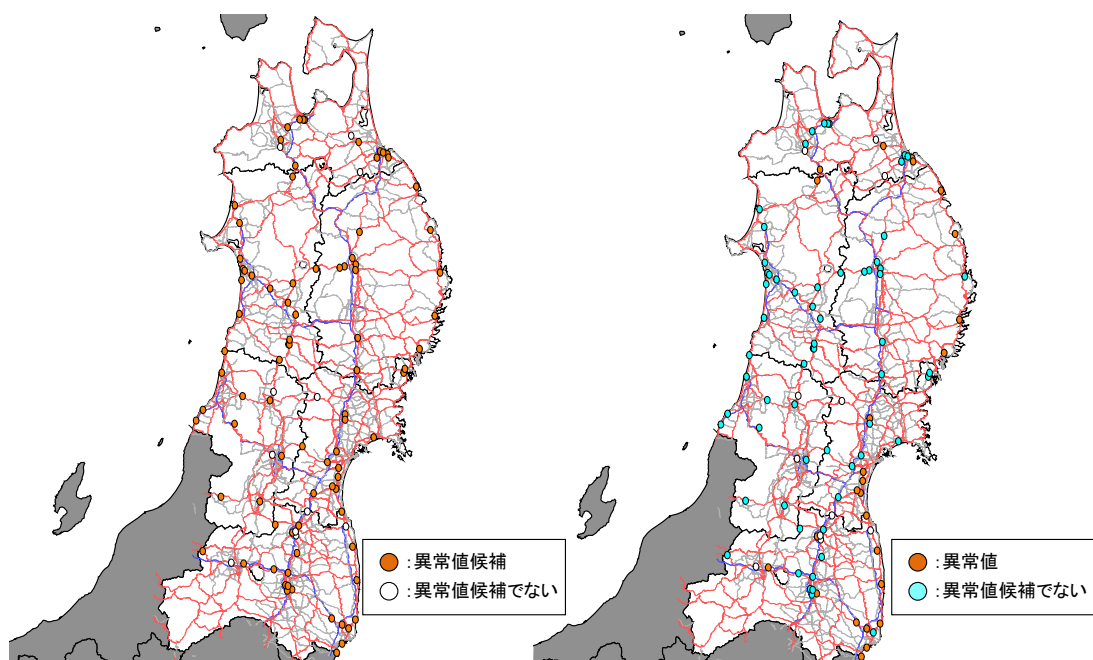


図 4-13 台風時の東北地域の判別結果

4.5 異常値・欠測値の処理精度の検証

4.5.1 異常値・欠測値の処理精度の検証

24 時間断面交通量（中間値）が異常値と判別された際に作成される 24 時間断面交通量（推定値）の推定精度の検証、24 時間断面交通量（推定値）の作成後に作成される 1 時間単位の方法別車種別交通量（推定値）の精度検証を行う。

目標とする精度については、一般的な交通量観測機器の観測精度が、車両台数で 95%（誤差 5%）程度であることから、24 時間断面交通量の目標精度を誤差 5%程度とし、1 時間単位の方法別車種別交通量の目標精度は、少し緩め誤差 10%程度とした。

(1) 24時間断面交通量（推定値）の推定精度の検証

24 時間断面交通量（中間値）が異常値と判別された場合または 24 時間断面交通量（中間値）が欠測値となった場合に行う 24 時間断面交通量（推定値）の推定精度について検証を行った。

検証に用いたデータは、福島県 27 箇所の車両感知器データである。

上記データを用いて、平成 21 年度 1 年間の平日を対象に、それぞれの車両感知器に対して関連常時観測点を設定し、仮想的に任意の車両感知器の 24 時間交通量（中間値）が欠測したとして、下記 4 つのパターンで 24 時間断面交通量（推定値）の推定を行い、車両感知器の実測値と比較した。その結果を図 4-14 に示す。

【比較検証の 4 パターン】

- ①関連常時観測点との24時間断面交通量比を用いて24時間断面交通量（推定値）を推定する場合
- ②当該車両感知器の前年同日直近の同曜日の交通量を用いて24時間断面交通量（推定値）を推定する場合
- ③当該車両感知器の前月同日直近の同曜日の交通量を用いて24時間断面交通量（推定値）を推定する場合
- ④当該車両感知器の前週同曜日の交通量を用いて24時間断面交通量（推定値）を推定する場合

この結果、①関連常時観測点との24時間交通量比を用いて24時間断面交通量（推定値）を推定する場合の誤差が最も小さく、誤差3.0%と目標精度（誤差5%）を上回る高い精度で推定可能であることがわかった。

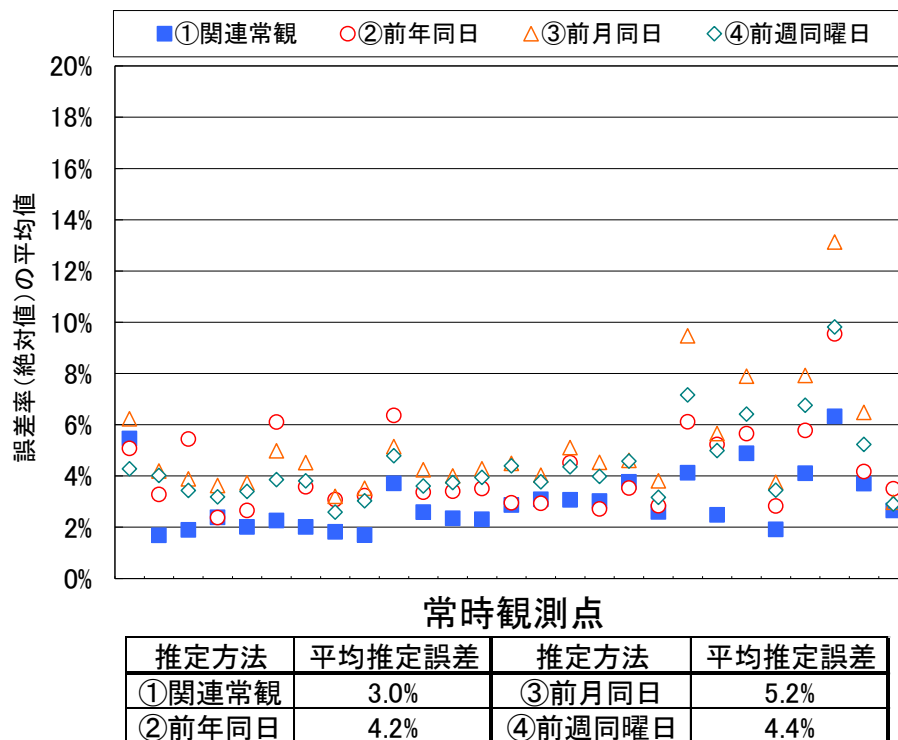


図 4-14 24 時間断面交通量（推定値）の推定精度

4.5.2 異常値・欠測値の処理の閾値の検証

(1) 1時間単位の方角別車種別交通量（中間値）の集計による24時間断面交通量（中間値）の作成方法検証

1時間単位の方角別車種別交通量（中間値）を集計し、24時間断面交通量（中間値）を作成する際、昼間12時間のうち計測時間が6時間以上の場合に、計測できた1時間単位の方角別車種別交通量（中間値）を24時間断面交通量（中間値）に拡大することとしている。この6時間という計測時間の閾値について検証する。

検証に用いたデータは、福島県 18 箇所の常時観測データである。

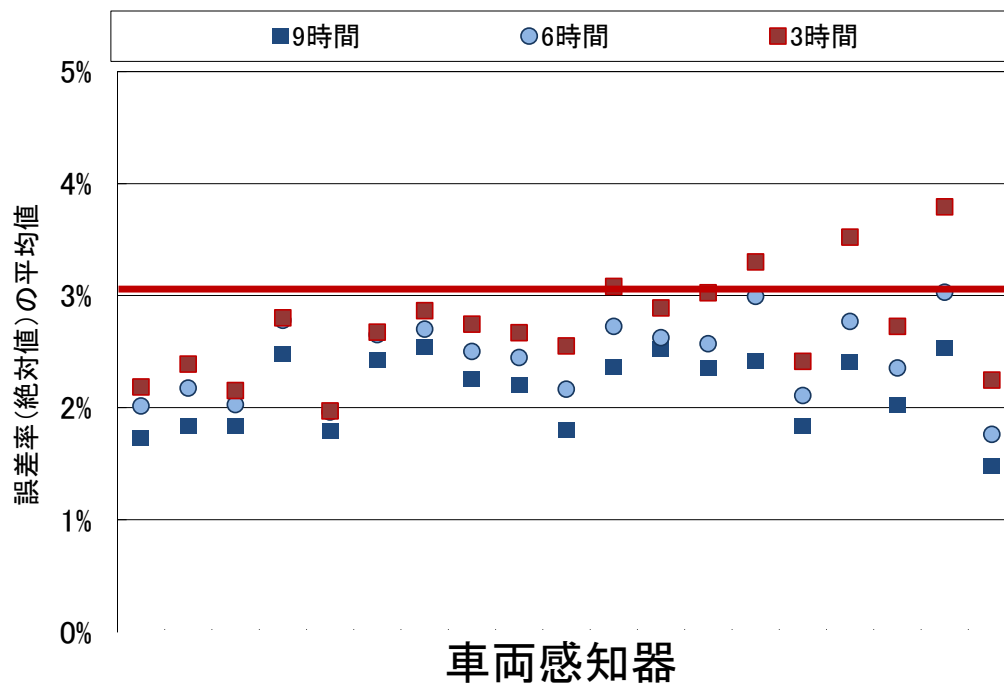
上記データを用いて、平成22年6月の平日を対象に、計測時間の閾値を9時間とする場合、6時間とする場合、3時間とする場合の3案について、表 4-5に示す時間区分を設定し、それぞれの24時間断面交通量（中間値）の作成結果と(1)から得られた24時間断面交通量（推定値）の推定精度3.0%との比較検証を行った。その結果を図 4-15に示す。

この結果、平均推定誤差は計測時間が9時間で2.1%、6時間で2.4%、3時間の場合で2.7%となった。いずれの計測時間においても、24時間断面交通量の推定精度を上回る結果となった。車両感知器毎に見てみると、計測時間3時間では上回る車両感知器が存在するものの、計測時間6時間では推定誤差が3.0%を上回ることはない。

従って、計測時間6時間を閾値とすることは妥当であると考ええる。

表 4-5 計測時間の閾値検討のパターン

計測時間の閾値	検討の時間区分
9時間	以下の4区分 7時台～15時台，8時台～16時台 9時台～17時台，10時台～18時台
6時間	以下の7区分 7時台～12時台，8時台～13時台 9時台～14時台，10時台～15時台 11時台～16時台，12時台～17時台 13時台～18時台
3時間	以下の10区分 7時台～9時台，8時台～10時台 9時台～11時台，10時台～12時台 11時台～13時台，12時台～14時台 13時台～15時台，14時台～16時台 15時台～17時台，16時台～18時台



推定方法	平均推定誤差	推定方法	平均推定誤差
3時間	2.7%	9時間	2.1%
6時間	2.4%	24時間断面交通量の推定精度	3.0%

図 4-15 24 時間断面交通量（中間値）の作成方法の検証結果

(2)5分単位の方角別車種別交通量の集計による1時間単位の方角別車種別交通量（中間値）の作成方法検証

5分単位の方角別車種別交通量を集計し、1時間単位の方角別車種別交通量（中間値）を作成する際、当該1時間のうち、計測時間が45分以上の場合、計測できた5分単位の方角別車種別交通量を1時間単位の方角別車種別交通量（中間値）に拡大することとしている。この45分という閾値について検証する。

検証に用いたデータは、福島県 18 箇所の常時観測データである。

上記データを用いて、平成22年6月の平日を対象に、計測時間の閾値として、45分とする場合、30分とする場合、15分とする場合の3案を設定し、それぞれの1時間単位の方角別車種別交通量（中間値）の作成結果と1時間単位の方角別車種別交通量（推定値）の推定精度（小型車7%程度、大型車14%程度）との比較検証を行った。その結果を図 4-16 に示す。

この結果、平均推定誤差は計測時間が45分で小型車-5.8%・大型車-6.6%、30分で小型車-10.7%・大型車-11.6%、15分で小型車-17.2%・大型車-19.7%となった。計測時間45分の場合には、1時間単位の方角別車種別交通量（推定値）の推定精度（小型車7%、大型車14%）より小さい誤差となるだけでなく目標精度（10%）を小型車・大型車ともに上回る精度で1時間単位の方角別車種別交通量（中間値）を作成することができることが分かった。従って、計測時間45分を閾値とすることとした。

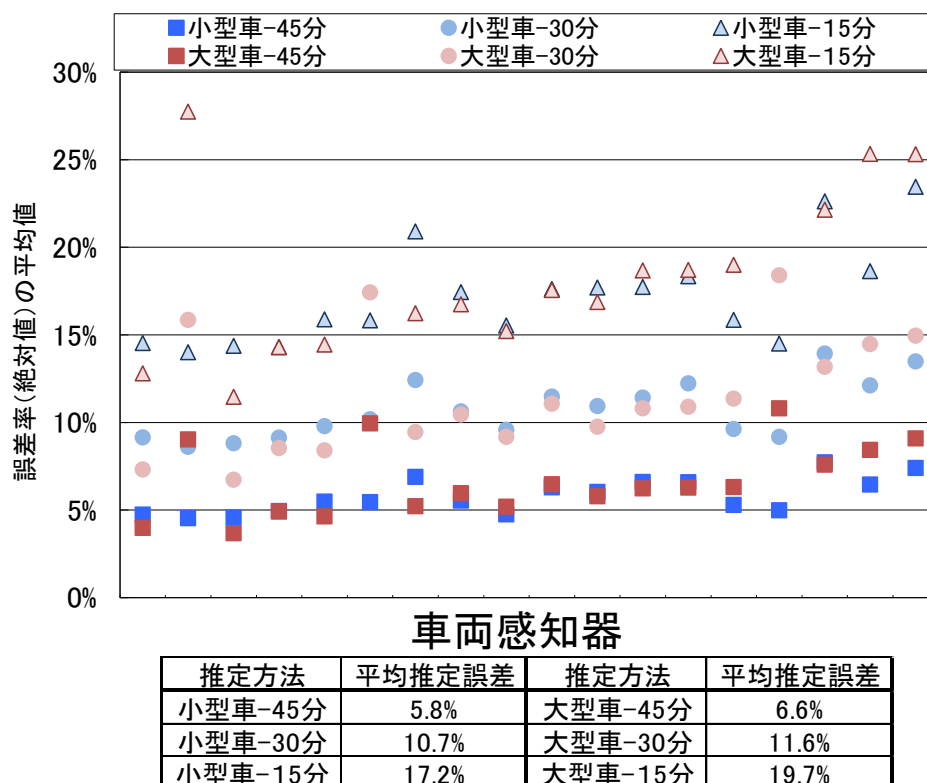


図 4-16 1 時間単位の方角別車種別交通量（中間値）の作成方法の検証結果

4.5.3 異常値・欠測値の処理の有効性の確認

本項では、前項までの検証により構築した異常値・欠測値の処理方法について、近畿地方（滋賀県 15 箇所、京都府 2 箇所、大阪府 4 箇所、兵庫県 8 箇所、奈良県 3 箇所、和歌山県 2 箇所）の車両感知器を対象に追加検証を行うことにより、その有効性を再確認する。

(1)24 時間断面交通量の補完精度

平成 23 年度 1 年間を対象に、それぞれの車両感知器に対して関連常時観測点を設定し、仮想的に任意の車両感知器の 24 時間交通量（中間値）が欠測したとして、補完値（24 時間断面交通量（推定値））の推定を行い、車両感知器の実測値と比較した。表 4-6 は比較結果を一覧整理したもので、図 4-17 から図 4-22 は各常観の各日の補完値・観測値を府県別・平休別にプロットしたものである。誤差率の平均値を見ると、もっとも大きいもので奈良県・休日の 8.7%となった。日交通量の補完精度として、十分な精度を有していると考えられる。

車両感知器の設置数と補完精度との関係を考える。本研究の補完方法は、車両感知器の密度に依存するのではなく、任意の車両感知器と関連常時観測点との類似性に依存するため、府県別の設置数に大きく影響を受けるものでは無いと考えられる。ただし、設置数が多ければ、交通量の変動が類似する車両感知器が多くなり、異常値の判別精度、異常値・欠測値の補完精度も向上すると考えられる。

表 4-6 24 時間断面交通量の補完精度一覧

府県名	車両感知器数	平日			休日		
		観測値の平均	RMS誤差	%RMS誤差	観測値の平均	RMS誤差	%RMS誤差
滋賀県	15	20156	861	4.3%	18913	1322	7.0%
京都府	2	11103	764	6.9%	10234	735	7.2%
大阪府	4	53404	1530	2.9%	48853	2881	5.9%
兵庫県	8	41030	1953	4.8%	37914	2687	7.1%
奈良県	3	44478	2854	6.4%	43794	3798	8.7%
和歌山県	2	26614	1327	5.0%	24750	1388	5.6%

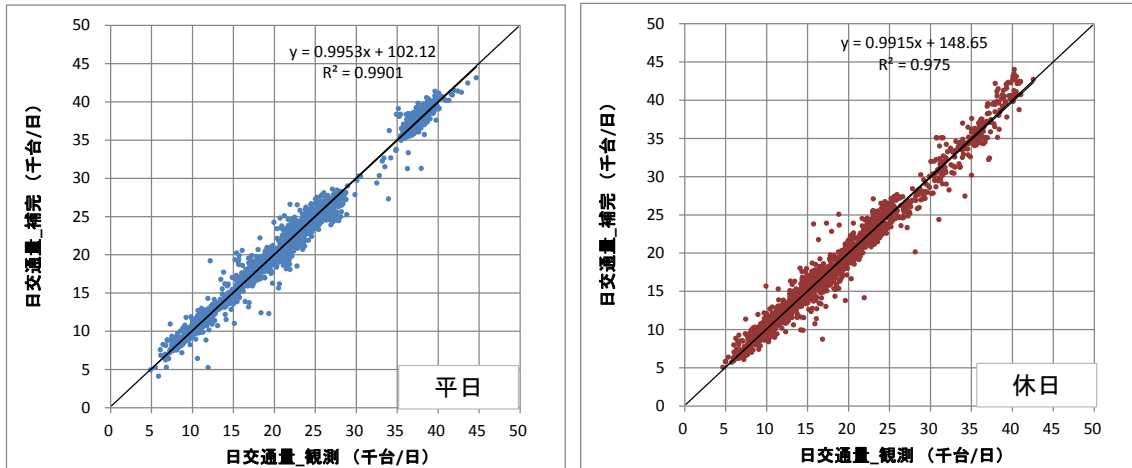


図 4-17 24 時間断面交通量の補完精度（滋賀県）

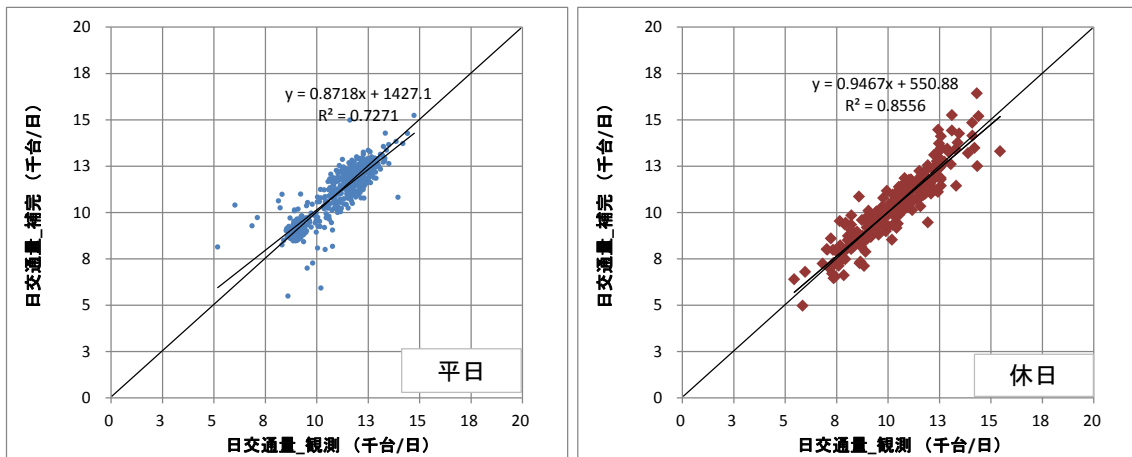


図 4-18 24 時間断面交通量の補完精度（京都府）

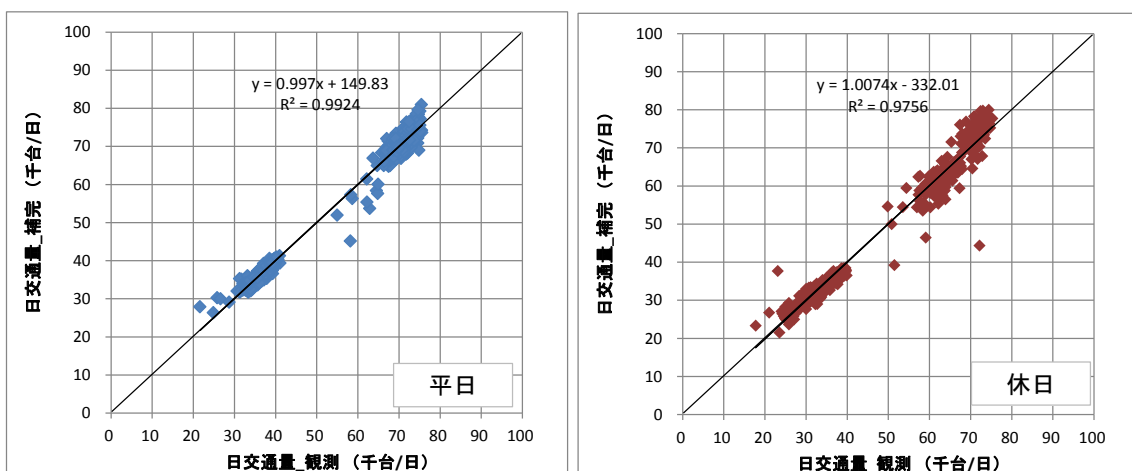


図 4-19 24 時間断面交通量の補完精度（大阪府）

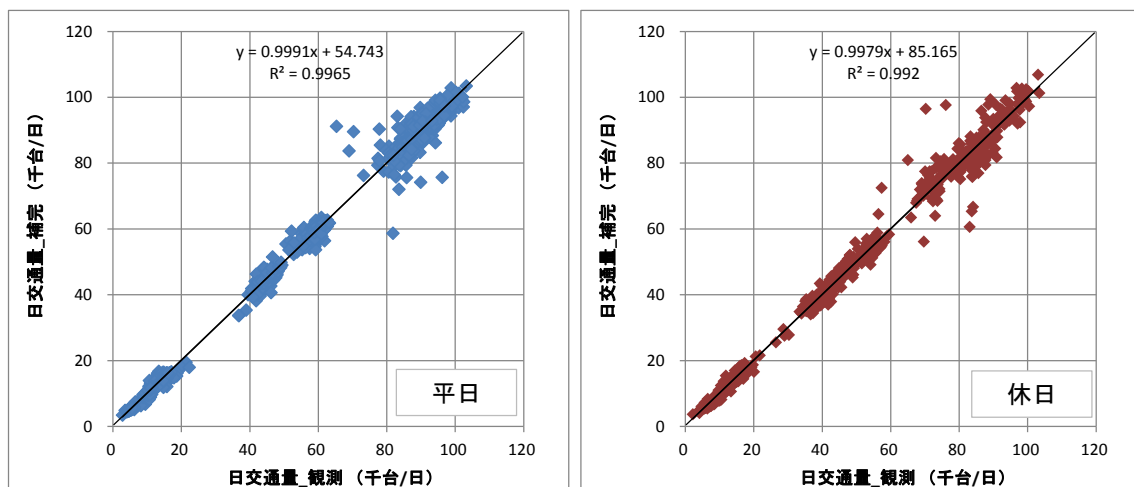


図 4-20 24 時間断面交通量の補完精度（兵庫県）

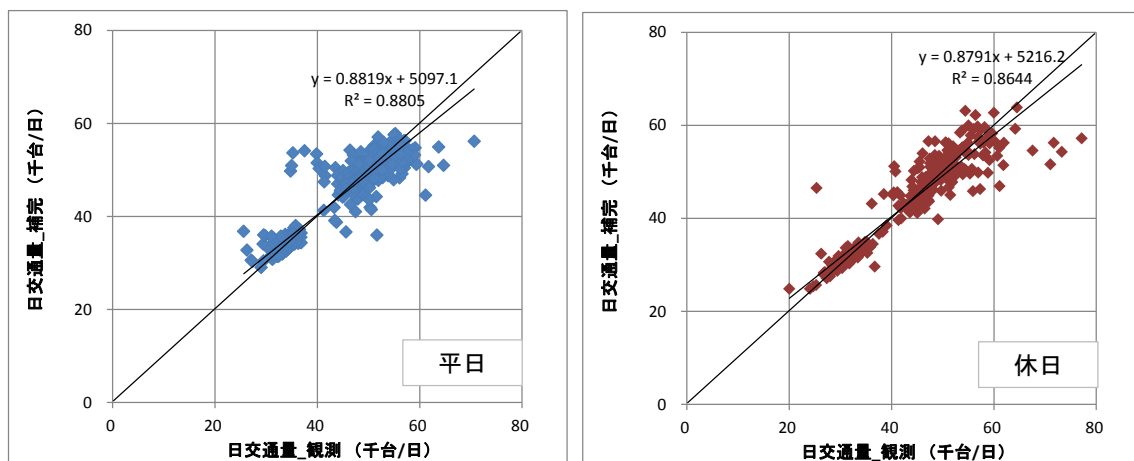


図 4-21 24 時間断面交通量の補完精度（奈良県）

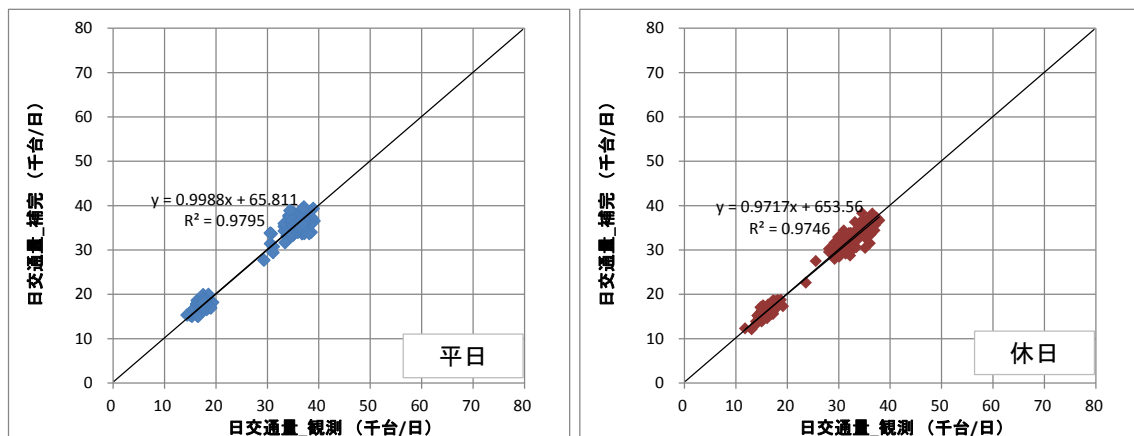


図 4-22 24 時間断面交通量の補完精度（和歌山県）

(2)1 時間単位の車種別断面交通量の補完精度

平成 23 年度 1 年間を対象に、それぞれの車両感知器に対して関連常時観測点を設定し、仮想的に任意の車両感知器の 24 時間交通量（中間値）が欠測したとして、補完値（1 時間単位の車種別断面交通量（推定値））の推定を行い、車両感知器の実測値と比較した。表 4-7、表 4-8 は各常観の各日の補完値・観測値の誤差率の平均値を時間別・平休別に整理したものである。

平日では、夜間や大型といった交通量が少ない時間帯、車種において誤差率の平均値が高くなるものの、交通量の多数を占める昼間 12 時間の小型車交通量は 10%程度、大型車交通量は 20%程度の %RMS 誤差となっている。

休日では、夜間や大型といった交通量が少ない時間帯、車種において誤差率の平均値が高くなるものの、交通量の多数を占める昼間 12 時間の小型車交通量は 15%程度、大型車交通量は 50%程度の %RMS 誤差となっている。

表 4-7 1 時間単位の車種別断面交通量の補完精度（近畿地方平日）

時間帯	断面小型 交通量の平均	断面小型の %RMS	断面大型 交通量の平均	断面大型の %RMS
0	307	21.4%	141	33.4%
1	216	24.0%	142	30.3%
2	161	25.8%	152	29.7%
3	139	24.2%	176	27.4%
4	165	20.6%	222	27.1%
5	326	18.2%	285	24.6%
6	1,023	18.3%	309	21.9%
7	1,794	12.2%	259	21.8%
8	1,580	9.4%	286	19.7%
9	1,373	9.1%	367	20.1%
10	1,356	10.3%	406	20.5%
11	1,336	11.0%	396	19.9%
12	1,307	9.8%	356	20.0%
13	1,355	10.0%	349	19.9%
14	1,398	10.2%	348	20.3%
15	1,455	10.1%	328	21.1%
16	1,522	9.6%	294	21.7%
17	1,777	8.3%	240	24.5%
18	1,725	8.8%	201	26.7%
19	1,450	8.7%	179	26.1%
20	1,143	10.6%	164	26.0%
21	898	13.2%	158	29.0%
22	682	16.8%	156	32.3%
23	473	20.8%	144	31.9%

表 4-8 1 時間単位の車種別断面交通量の補完精度（近畿地方休日）

時間帯	断面小型 交通量の平均	断面小型の%RMS	断面大型 交通量の平均	断面大型の%RMS
0	425	20.7%	86	52.7%
1	311	22.4%	84	51.2%
2	231	25.3%	83	50.7%
3	188	26.5%	90	54.1%
4	192	25.7%	102	62.0%
5	303	25.2%	131	61.5%
6	675	31.5%	156	56.0%
7	1,174	24.2%	163	49.1%
8	1,386	14.2%	170	47.7%
9	1,488	14.1%	184	54.5%
10	1,577	14.8%	194	56.2%
11	1,580	15.0%	186	55.2%
12	1,556	14.1%	168	53.2%
13	1,592	13.7%	164	50.9%
14	1,631	14.4%	162	50.1%
15	1,690	15.0%	154	46.6%
16	1,752	14.5%	143	41.6%
17	1,790	12.2%	127	37.5%
18	1,599	13.3%	111	35.3%
19	1,322	12.0%	101	36.9%
20	1,110	15.2%	97	39.0%
21	958	15.9%	96	46.9%
22	760	16.8%	92	56.0%
23	537	19.3%	85	63.0%

4.6 本章のまとめ

本章では、車両感知器の計測データから所要の精度を確保した常時観測データを算出するため、異常値及び欠測値の処理方法を開発し、その精度を明らかにした。

本章で得られた主な成果は以下の通りである。

- (1) 関連常時観測点を活用した異常値判別手法により、局所的な異常値と広域的な異常値とを判別する異常値判別方法を新たに開発した。
- (2) 開発した方法の特徴は、過去の蓄積データだけでなく、交通量の変動が類似する常時観測交通量データも活用することである。
- (3) 開発した方法により、異常値及び欠測値を除去した上で、所要の精度を有する常時観測交通量データとして整理することができることが分かった。
- (4) 当初設定した異常値・欠測値の処理方法の開発目標との対応は次の通りである。

目標① 可能な限りリアルタイムの処理を目指す。

対 応 最短 1 日での処理が可能なアルゴリズムである。

目標② 欠測値を完全になくす

対 応 常時観測交通量データから欠測値を完全な除去を実現した。

目標③ 異常値・欠測値処理のシステム化による膨大な人手作業の削減

対 応 異常値の判別に一部目視確認が残るものの、異常値・欠測値処理方法の開発により、従前実施していた、人手での処理作業が大幅に削減を実現した。

また、本章の課題として、次のことが考えられる。

- (1) 常時観測データは、1 時間単位の方法別車種別の交通量データであること、1 時間単位の交通量データがアウトカム指標の算定等に用いられることから 1 時間単位の交通量データの異常値判別も重要と考えられることから 1 時間単位の方法別車種別交通量（中間値）を用いて異常値判別を行うことも重要と考えられる。1 時間単位の交通流の状態は、夜間などの交通量がゼロに近い状態から、渋滞時の交通容量限界の状態まで幅広く存在するため、異常値の判別の基準値として 1 時間単位の交通容量を設定することが考えられる。交通容量の設定方法等を含め、1 時間単位の異常値の判別方法については、今後の課題と考えられる。
- (2) 車両感知器の設置数が多ければ、交通量の変動が類似する車両感知器が多くなり、異常値の判別精度、異常値・欠測値の補完精度も向上すると考えられる。今回検証対象とした府県には、車両感知器の設置数が非常に少ない府県も存在する。今後の交通量データの観測体制を考えれば、車両感知器の設置の考え方を整理する必要がある。

第 4 章の参考文献

- 1) 石井陽，鹿島茂：一般道路における自動車日交通量変動特性に関する研究，第 28 回交通工学研究発表会論文報告集，pp.265-268， 2008.
- 2) 朝倉康夫，柏谷増男，熊本仲夫：交通量変動に起因する広域道路網の信頼性評価，土木計画学研究・論文集，No.7， pp.235-242， 1989.
- 3) 彦坂崇夫・中村秀樹：高速道路単路部における交通状況と事故率との関連に関する統計的分析，第 21 回交通工学研究発表会論文報告集， pp.173-176， 2001.
- 4) 矢嶋尚彦，明道俊治，森康男，辻光弘：中国自動車道宝塚東トンネル付近の渋滞発生時の交通現象に関する研究，土木計画学研究・論文集，No.20， pp.997-1002， 2003.
- 5) 古俣直紀，松本昌二，宮腰和弘：常時観測データを用いた自動車交通による大気汚染濃度の推計，土木計画学研究・論文集，No.13， pp.933-938， 1996.
- 6) 岩崎征人，渡辺隆，青山直司，吉住陽行：車両感知器データを用いた都市間高速道路の交通流特性解析，土木計画学研究・論文集，No.8， pp.153-160， 1990.
- 7) 内海泰輔，中村英樹，渡辺将光：性能照査型道路計画設計のための年間を通じた時間交通需要変動推計手法の構築，土木計画学研究・論文集 Vol.24， No.4， pp.825-834， 2007.
- 8) 内海泰輔・中村英樹・磯和賢一・渡辺将光：機能に対応した道路計画設計のための交

通量変動特性分析, 土木計画学研究・講演集 Vol.33, No.241, 2006 年.

- 9) 矢島美寛, 廣津千尋ら: 自然科学の統計学, pp.1-23, 東京大学出版会, 2006.
- 10) 河上省吾, 広島康裕ら: 土木計画学, pp.87-117, 鹿島出版会, 1997. (社)土木学会 土木計画学研究委員会(2010): 交通社会資本制度-仕組みと課題-, 丸善(株), pp.278-290
- 11) 河野友彦, 橋本浩良, 上坂克巳, 五十嵐一智: 交通量常時観測データを用いた隣接区間の交通量推定方法に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.41, CD-ROM, 2010
- 12) 国土交通省道路局企画課道路経済調査室, 国土技術政策総合研究所道路研究室: 平成 22 年度道路交通センサス一般交通量調査結果の概要, 高速道路と自動車, 第 55 巻 第 3 号, pp.47-51, 2012.

第 5 章 車両感知器未設置区間の交通量の推定方法

第5章 車両感知器未設置区間の交通量の推定方法

5.1 本章の目的

本章では、第4章で提案する常時観測交通量データの処理技術を応用し、常時観測データを利用した車両感知器未設置区間(以下「推定区間」という。)の交通量の推定方法を提案する。また、常時観測データを用いて、日々の交通量データの算定精度、月平均の交通量データの算定精度、年平均の交通量データの算定精度の検証を通じ、提案手法の有効性を確認する。

有効性の確認により、提案手法の適用範囲と併せ、常時観測データを用いた推定区間の算定方法として整理する。

5.2 関連する既往研究と提案手法の関係

実測された交通量データから任意の区間の交通量を推定する方法は、国内国外も併せ、これまでも多数の方法が提案されている。

国内では、例えば、外井ら¹⁾、朝倉ら²⁾は、道路ネットワークの一部のリンクの観測交通量を用いて非観測リンクを含むすべてのリンクの交通量を推計するモデルを提案している。これらのモデルは、既往のOD表を道路網に配分して得られた結果から、観測区間と非観測区間との関係式を定義して、交通量を推定するものである。関係式に改良が必要であると筆者らが自ら指摘しているほか、関係式を固定的に扱うため交通流の変化に対応できないという課題があると考えられる。

高山ら³⁾、竹内ら⁴⁾は、筆者と同様に、常時観測データを用いて、車両感知器が設置されていない区間の交通量を簡便に推定する方法を提案している。具体的には、道路区間の交通量の変動分布を正規分布と仮定し、交通量相互に存在する相関関係を利用して、擬似的に相関を持つ正規乱数を発生させ、それによって非観測区間の交通量を推定するものである。この方法では、いかにして相関係数を与えるかが重要となる。竹内ら⁴⁾は、重回帰分析により相関係数を推定した結果、相関係数はかなり良好な精度で推定することができたものの、推定交通量の精度は満足のものではないと自身で指摘している。

これら既往事例では、交通量の観測区間と非観測区間との関係式の設定方法がポイントとなっている。しかしながら、これら既往事例では、ポイントとなる関係式が、交通量配分や正規乱数により算出していることが、推定精度に影響を与えていると考えられる。

また、海外でも、交通量の推定に関する研究事例が存在する。例えば、Demos Gazis⁵⁾らは道路に沿って正確な車両密度を推定するため、カルマンフィルタ理論を用いて連続する2リンクの交通量の推定を行っている、Shimin Yang⁶⁾らは道路の舗装や設計に必要な交通量データを得るためベイズ推定を用いて平均日交通量を推定している。2011 Congested

Corridors Report⁷⁾は、統計に用いる交通量データを得るため freeway と non-freeway、weekday と weekend 、congestion level などのカテゴリーに分け平均的な分布型を作成して時間単位の交通量の推定を行っている。このように、活用目的に照らし必要となる交通量データの推定方法に関する事例が多い。

このように、既往研究では、実測された交通量データから任意の区間の交通量を推定する方法に関する研究は行われているものの、全国の一般道路を対象に空間的(全国)・時間的(日々)に大量のデータの収集について、試みている事例は、見つからなかった。

本研究では、第 4 章で提案した常時観測データの処理技術を適用し、車両感知器設置区間(以下「車両感知器」という。)と推定区間との関係式について、実測にもとづく交通量比を利用することとした。これにより、関係式を推定することなく簡便に、車両感知器と推定区間との関係式を設定することが可能となる。

5.3 常時観測データを用いた推定区間の交通量の推定方法

5.3.1 推定区間の交通量の推定方法の設定と精度検証

(1) 推定する交通量データと検証の考え方

道路交通センサスでは、主として、7時台～18時台の昼間12時間の時間別方向別車種別交通量が観測されている。また、観測箇所は限られるものの、24時間を対象とした交通量観測も実施されており、その観測結果から得られる昼夜率を用いて、昼間12時間の観測箇所についても24時間断面交通量が整理されている。

これを踏まえ、本章において推定対象とする交通量データは、昼間12時間の方向別車種別時間別交通量および24時間断面交通量とした。車種分類については、大型・小型の2車種分類とし、どの程度の精度で交通量データの推定が可能か、常時観測データを用いて、交通量データを推定し、実際の観測値と推定値とを比較することにより精度検証を行うこととした。

具体的には、平成 22 年度 1 年間の交通量データが取得できた近畿地方の車両感知器設置区間を対象として、平成 18 年 10 月の常時観測データから平成 22 年度 1 年間の日々の昼間 12 時間断面交通量、24 時間断面交通量、昼間 12 時間の方向別車種別時間別交通量を算定し、日別の交通量、月平均の交通量、年平均の交通量の推定精度の確認を行った。なお、道路交通センサスが実施された平成 17 年 10 月の常時観測データが入手できなかったため、基準とする年度については、平成 18 年 10 月のデータを用いた。

(2) 推定区間の交通量の推定方法の設定

車両感知器と推定区間との関係は、図 5-1 のとおりである。以降、第 4 章で構築

した常時観測データの処理技術の考え方を流用して設定した推定区間の交通量の推定手順を示す。

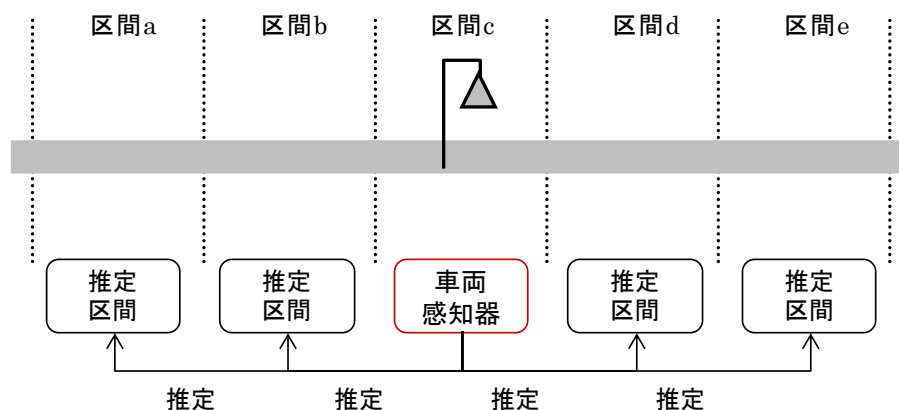


図 5-1 車両感知器と推定区間との関係

手順①基準常時観測点の選定

推定区間の交通量推定の基準となる車両感知器（以下「基準常時観測点」という。）を選定する。第4章で整理した常時観測データの処理においては、常時観測データから道路区間同士の相関関係を確認することができたものの、車両感知器が設置されていない推定区間の場合は、相関関係を確認することができない。そこで、第3章の検討結果を利用し、交通重複率を用いて、基準常時観測点を設定することとした。近畿地方の常時観測データのうち、交通重複率が20%以上となる7つの組合せと抽出し、検討対象とした。

手順②昼間12時間断面交通量の算定

推定区間における平成18年10月の交通量データを用い、基準常時観測点の昼間12時間断面交通量に対する推定区間の昼間12時間断面交通量の割合（交通量比）を算出した。推定対象となる平成22年度1年間の昼間12時間断面交通量は、当該日の基準常時観測点の昼間12時間断面交通量に、あらかじめ算定した平成18年10月の交通量比を乗じ推定することとした。

$$q = Q \times (q' / Q') \quad (\text{式 5-1})$$

ここで、

q : 推定区間の昼間12時間断面交通量の推定値(平成22年度1年間)

q' : 推定区間の既存の観測交通量(昼間12時間断面交通量)(平成18年10月の月平均(平休別に算定))

Q : q の推定日の基準常時観測点の昼間12時間断面交通量(平成22年度1年間)

Q' : q' の観測日の車両感知器の昼間12時間断面交通量(平成18年10月の月平均(平休別に算定))

なお、平日と休日とで、交通量の変動特性が異なることから、 Q' を平休別に算定することとした。以降平休別に算定しているものは同様の理由である。

手順③昼間 12 時間の方向別車種別時間別交通量の算定

推定区間における平成 18 年 10 月の交通量データを用いて、推定区間の昼間 12 時間断面交通量に対する 7 時台～18 時台の各時間の方向別車種別時間別交通量の割合（方向別車種別時間係数）を算出する。次に、手順②により推定した推定区間の昼間 12 時間断面交通量に方向別車種別時間係数（既存の交通量観測日）を平休別に乗じることにより、推定日における昼間 12 時間の時間別方向別車種別交通量を推定した。

$$q_{t \cdot d \cdot c} = q \times (q'_{t \cdot d \cdot c} / q') \quad (\text{式 5-2})$$

ここで、

$q_{t \cdot d \cdot c}$: 推定区間の昼間 12 時間の時間別方向別車種別交通量の推定値(平成 22 年度 1 年間)

$q'_{t \cdot d \cdot c} / q'$: 推定区間の方向別車種別時間係数(平成 18 年 10 月の月平均（平休別に算定）)

手順④24 時間断面交通量の推定

推定区間における平成 18 年 10 月の交通量データを用いて、推定区間の昼夜率（昼間 12 時間断面交通量に対する 24 時間断面交通量の割合）を算出する。次に、手順②により推定した推定区間の昼間 12 時間断面交通量に昼夜率を乗じることにより、24 時間断面交通量を推定した。

$$q_{24h} = q \times (q'_{24h} / q') \quad (\text{式 5-3})$$

ここで、

q_{24h} : 推定区間の 24 時間断面交通量(平成 22 年度 1 年間)

q'_{24h} / q' : 推定区間の昼夜率(平成 18 年 10 月の月平均（平休別に算定）)

(2) 日々の交通量データの推定精度の確認

1) 昼間 12 時間断面交通量

昼間 12 時間断面交通の推定精度を平日と休日とに分けて図 5-2 に示す。平日の RMS 誤差 1,261、%RMS 誤差 4%、休日の RMS 誤差 1,411、%RMS 誤差 10%と、実観測と同程度の高い推定精度を有していることが分かった。日々の交通量データとして十分な精度を有していると考えられる。

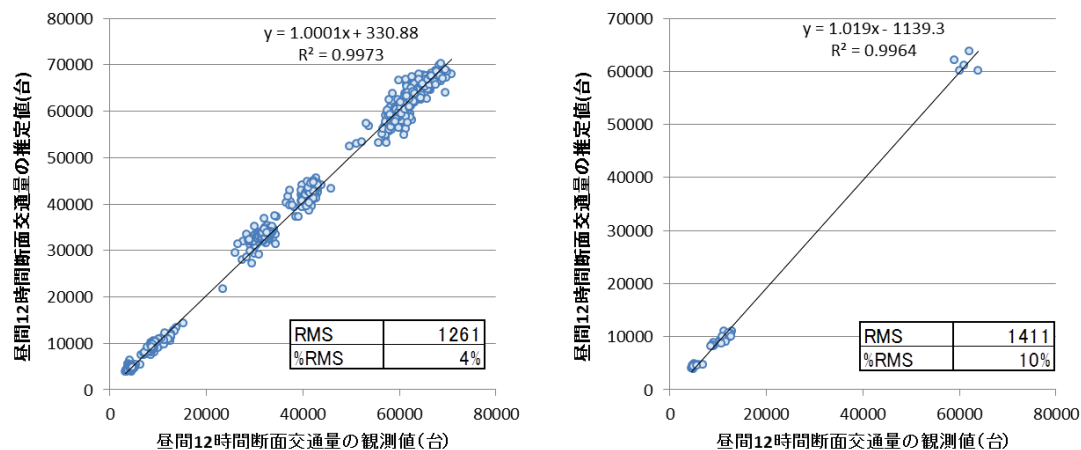


図 5-2 日々の昼間 12 時間断面交通量の推定精度 (左図：平日、右図：休日)

2)24 時間断面交通量

24 時間断面交通の推定精度を平日と休日とに分けて図 5-3 に示す。平日の RMS 誤差 2,966、%RMS 誤差 7%、休日の RMS 誤差 2,002、%RMS 誤差 10%と、昼間 12 時間断面交通量と同様に高い推定精度を有していることが分かった。日々の交通量データとして十分な精度を有していると考えられる。

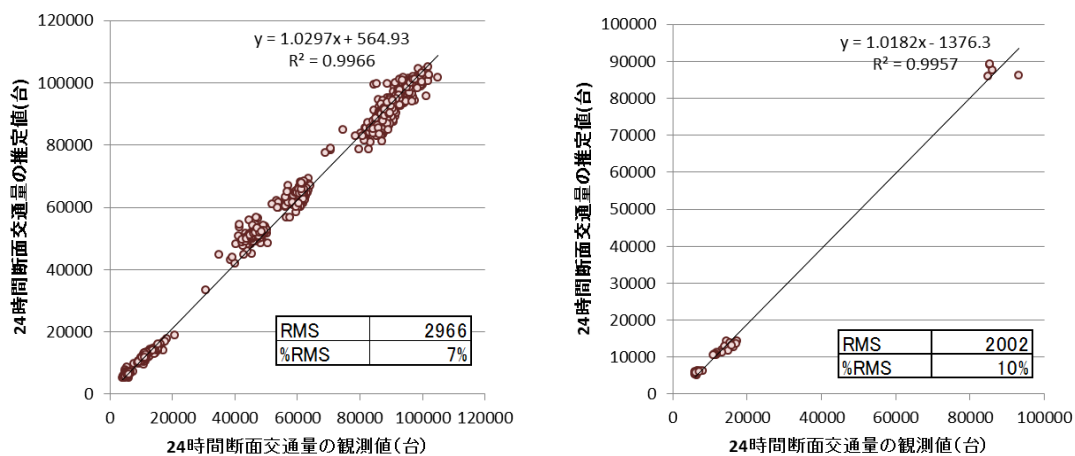


図 5-3 日々の 24 時間断面交通量の推定精度 (左図：平日、右図：休日)

3)昼間 12 時間の方向別車種別交通量

日々の昼間 12 時間の方向別車種別交通量の推定精度を方向別車種別に、小型車と大型車、平日と休日とに分けて図 5-4～図 5-7 に示す。

平日の小型車の RMS 誤差は上り 183、下り 124、%RMS 誤差は上り 19%、下り 13%となり、平日の大型車の RMS 誤差は上り 129、下り 124、%RMS 誤差は上り 40%、下り 13%となった。

休日の小型車の RMS 誤差は上り 290、下り 197、%RMS 誤差は上り 28%、下り

19%となり、休日の大型車の RMS 誤差は上り 175、下り 71、%RMS 誤差は上り 88%、下り 52%となった。

平日よりも休日の精度が悪くなる結果となった。この理由としては、交通量の変動傾向がわずかだが異なる土曜日と日曜日を同じ休日として取り扱っていることも理由の一つと考えられる。また、平日のデータにおいても、休日の前後や休日に挟まれる平日が含まれておいることも精度が悪くなる理由と考えられる。

とりわけ、休日における上り大型車の精度が非常に悪いことから、7 つの車両感知器それぞれについて確認を行った。その結果を表 5-1 に示す。4 番と 7 番の車両感知器における上り交通量の精度が非常に悪くなっていることから、状況を確認した。

4 番の車両感知器について、上り小型車と上り大型車の日々の交通量の推移を確認したところ、平成 22 年 6 月をから、時間別交通量が逆転していることが分かった。図 5-8、図 5-9 は平日 16 時台の例であるものの他の時間帯においても同様の傾向であった。このため、4 番の車両感知器においては車種判別の誤判別が発生している可能性がある。

7 番の車両感知器については、平成 22 年末から急に交通量の変動が大きくなっていた。このため、推定精度が低くなったと考えられる。時間交通量が大きく変化した原因を特定することはできなかった（図 5-10、図 5-11）。

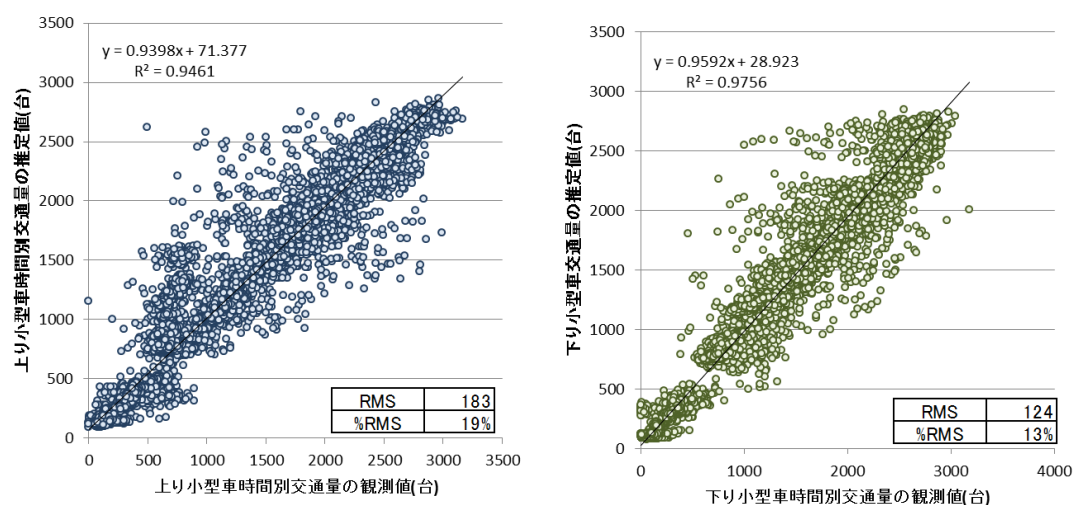


図 5-4 日々の昼間 12 時間の小型車の方向別車種別時間交通量の推定精度（平日）

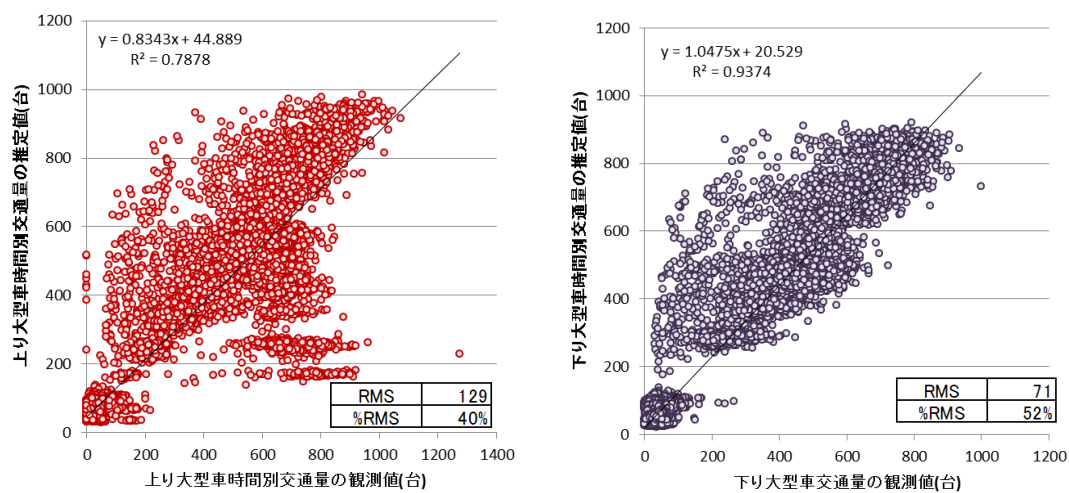


図 5-5 日々の昼間 12 時間の大型車の方向別車種別時間交通量の推定精度 (平日)

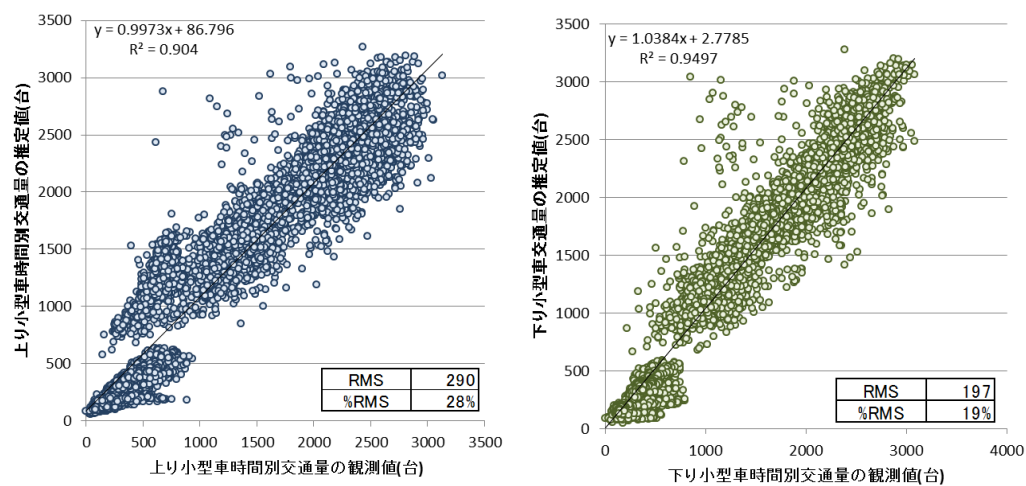


図 5-6 日々の昼間 12 時間の小型車の方向別車種別時間交通量の推定精度 (休日)

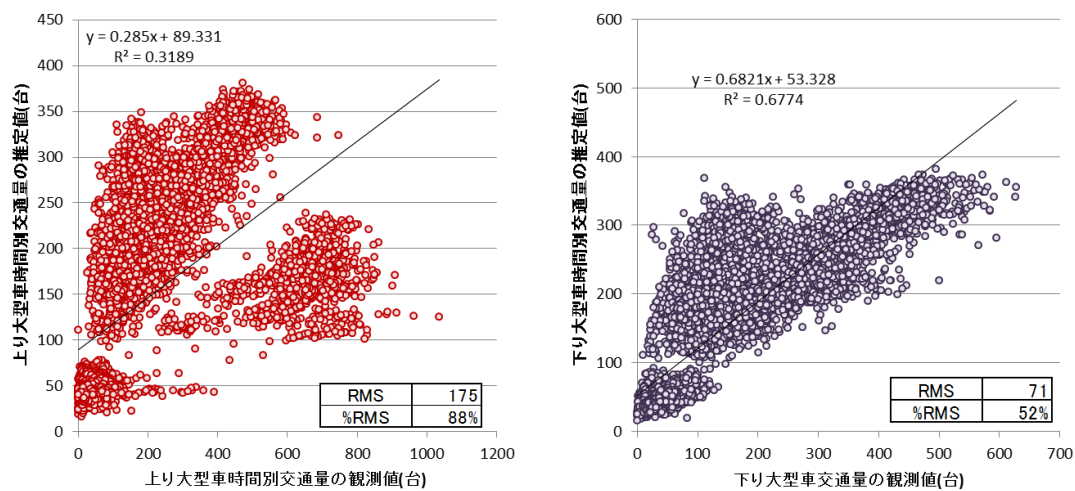


図 5-7 日々の昼間 12 時間の大型車の方向別車種別時間交通量の推定精度 (休日)

表 5-1 車両感知器別の日々の昼間 12 時間の方向別車種別時間交通量の推定精度

車両感知器		平日				休日			
		上り小型	上り大型	下り小型	下り大型	上り小型	上り大型	下り小型	下り大型
1	RMS	242	108	208	141	357	103	332	103
	%RMS	11%	19%	10%	25%	15%	37%	14%	43%
2	RMS	199	92	180	96	287	104	242	116
	%RMS	10%	16%	9%	16%	14%	38%	12%	43%
3	RMS	125	74	124	80	249	72	228	82
	%RMS	9%	18%	10%	19%	18%	37%	18%	44%
4	RMS	335	296	123	71	541	426	195	71
	%RMS	45%	49%	14%	19%	73%	82%	20%	43%
5	RMS	76	19	63	25	115	23	106	20
	%RMS	19%	26%	17%	34%	25%	41%	24%	40%
6	RMS	43	23	36	24	83	19	84	19
	%RMS	14%	40%	12%	40%	24%	42%	26%	42%
7	RMS	51	35	34	18	95	36	84	15
	%RMS	38%	71%	28%	40%	50%	78%	48%	39%

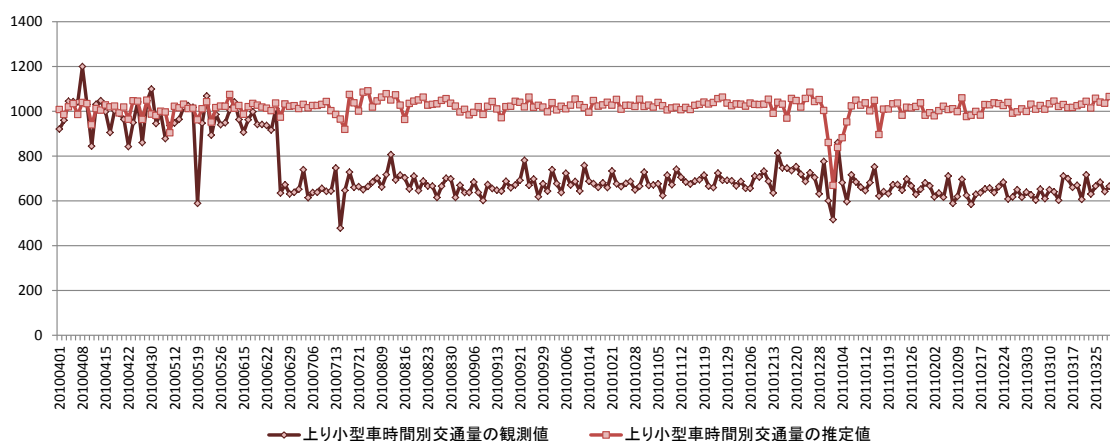


図 5-8 4 番の車両感知器の平日 16 時台の上り小型車の交通量の推移

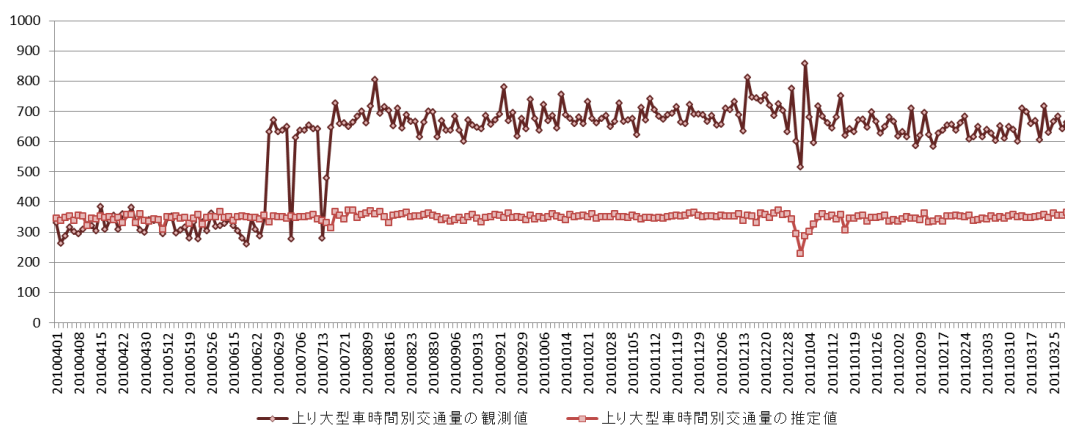


図 5-9 4 番の車両感知器の平日 16 時台の上り大型車の交通量の推移

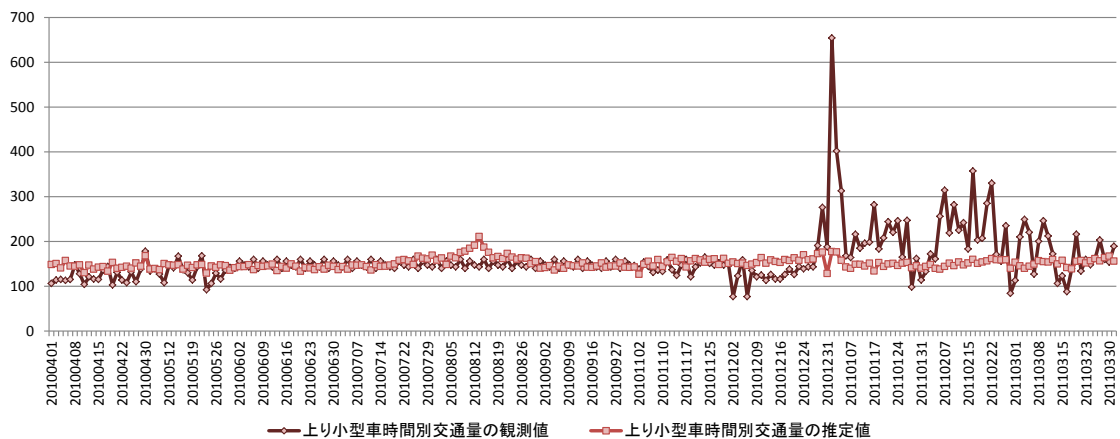


図 5-10 7 番の車両感知器の平日 16 時台の上り小型車の交通量の推移

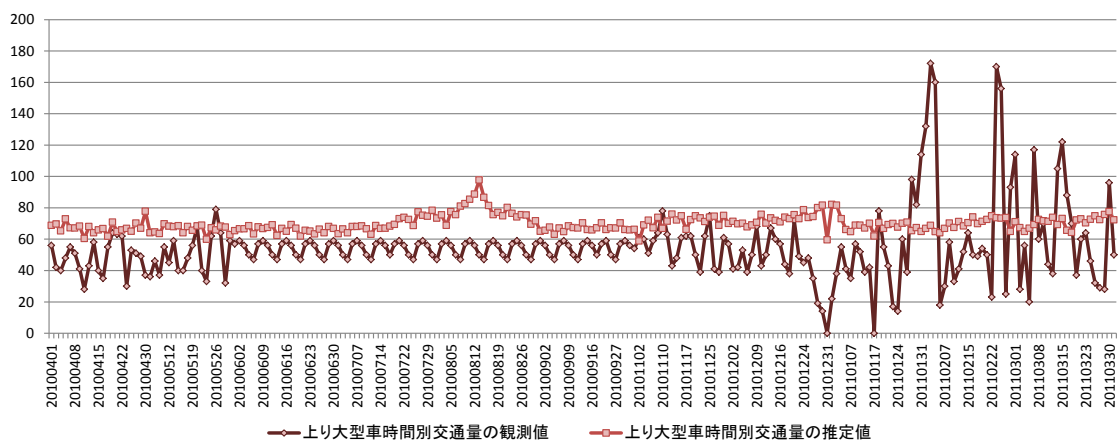


図 5-11 7 番の車両感知器の平日 16 時台の上り大型車の交通量の推移

(2) 月平均の交通量データの推定精度の確認

1) 昼間 12 時間交通量、24 時間断面交通量

昼間 12 時間交通、24 時間断面交通量については、日々の推定精度も高かったことから、まとめて、車両感知器毎に表 5-2 に示す。最も推定精度が悪かったもので 7 番の車両感知器の休日で %RMS が 21% であった。1 番の車両感知器は平日休日ともに %RMS5% 以下となった。

1 番と 7 番の車両感知器について、平日と休日とに分けて月ごとの変化を確認した。1 番の車両感知器は、観測値と推定値が同じ値を示している。7 番の車両感知器では、平日は 8 月に、休日は 5 月と 2 月に乖離が見受けられた。8 月の平日は、夏休みが、5 月の休日は GW が含まれることから、推定区間と基準常時観測点とで、特異な時期の変動の影響を受けたものと考えられる。2 月については、日々の交通量の推定精度の検証において述べた通り、平成 22 年末から急に交通量の変動が大きくなった影響

であると考えられる。

表 5-2 車両感知器別の月平均の昼間 12 時間交通量と 24 時間断面交通量の推定精度

車両感知器		平日 昼間12時間交通量	24時間交通量	休日 昼間12時間交通量	24時間交通量
1	RMS	798	3790	3006	3922
	%RMS	1%	4%	5%	4%
2	RMS	732	1710	2605	4247
	%RMS	1%	2%	5%	6%
3	RMS	960	3479	4330	6862
	%RMS	2%	6%	12%	14%
4	RMS	1519	4344	3402	5458
	%RMS	5%	9%	12%	13%
5	RMS	486	369	1731	2203
	%RMS	4%	3%	14%	14%
6	RMS	392	683	821	928
	%RMS	5%	6%	9%	8%
7	RMS	422	722	1131	1210
	%RMS	10%	13%	21%	18%

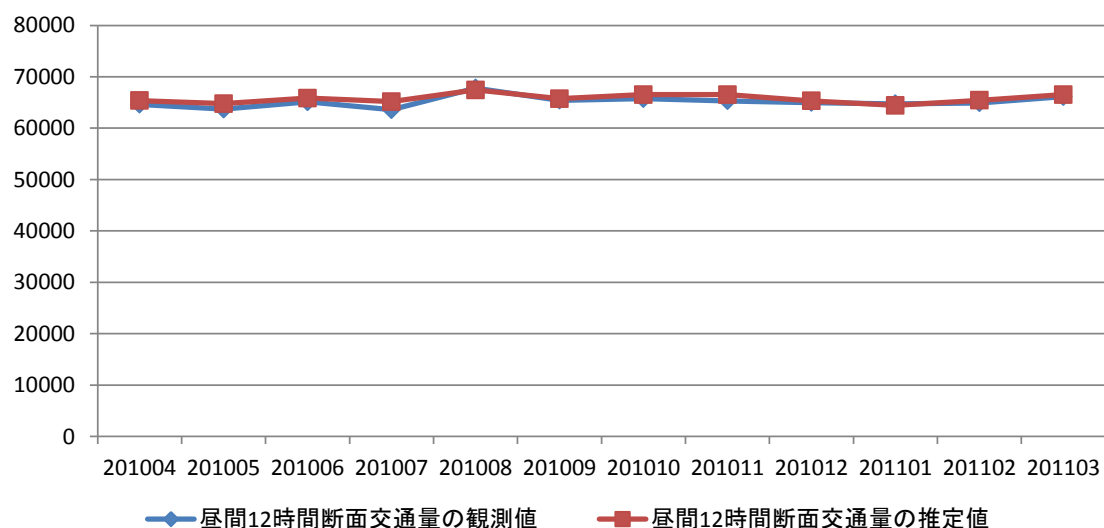


図 5-12 1 番の車両感知器の月平均の昼間 12 時間断面交通量の変動 (平日)

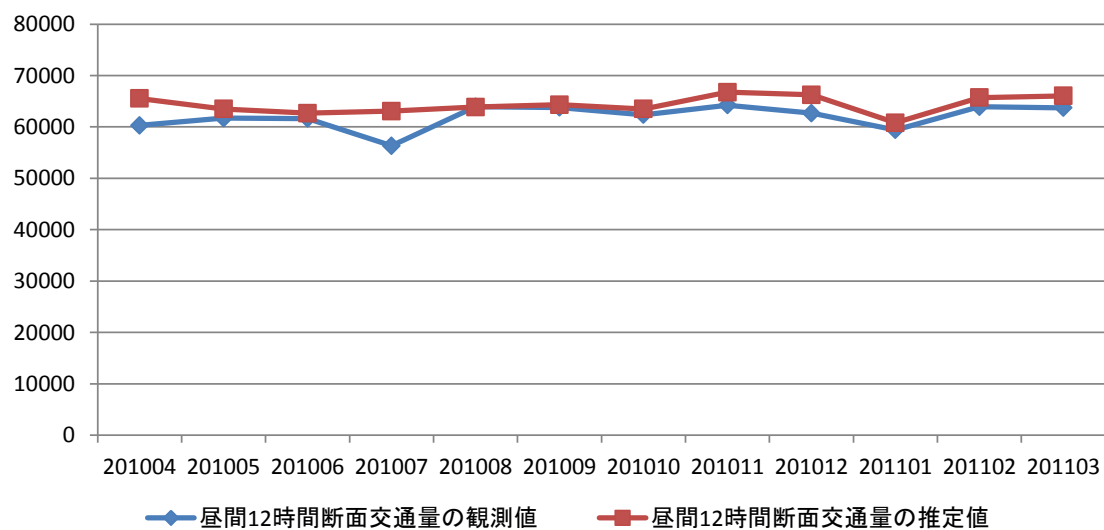


図 5-13 1 番の車両感知器の月平均の昼間 12 時間断面交通量の変動（休日）

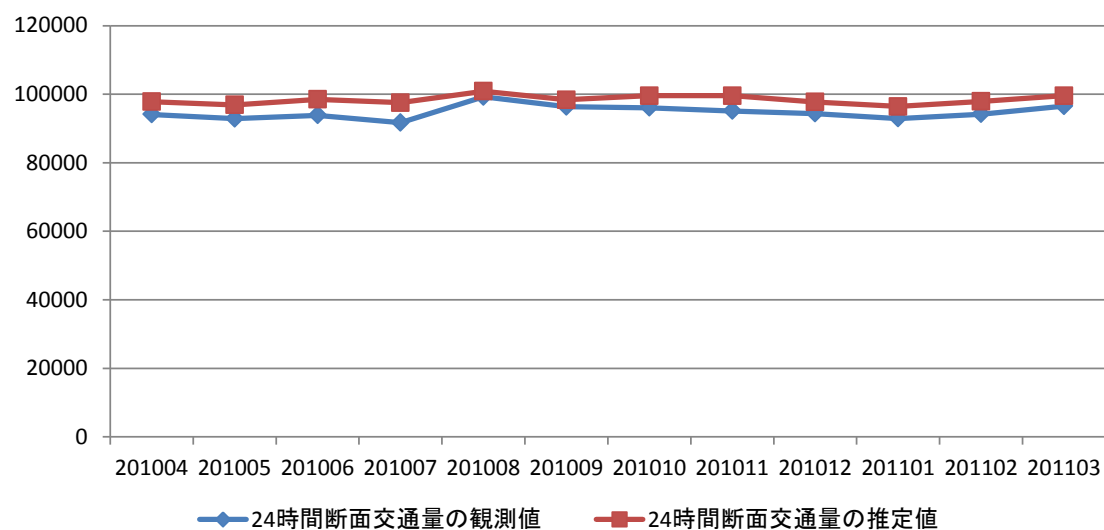


図 5-14 1 番の車両感知器の月平均の 24 時間断面交通量の変動（平日）

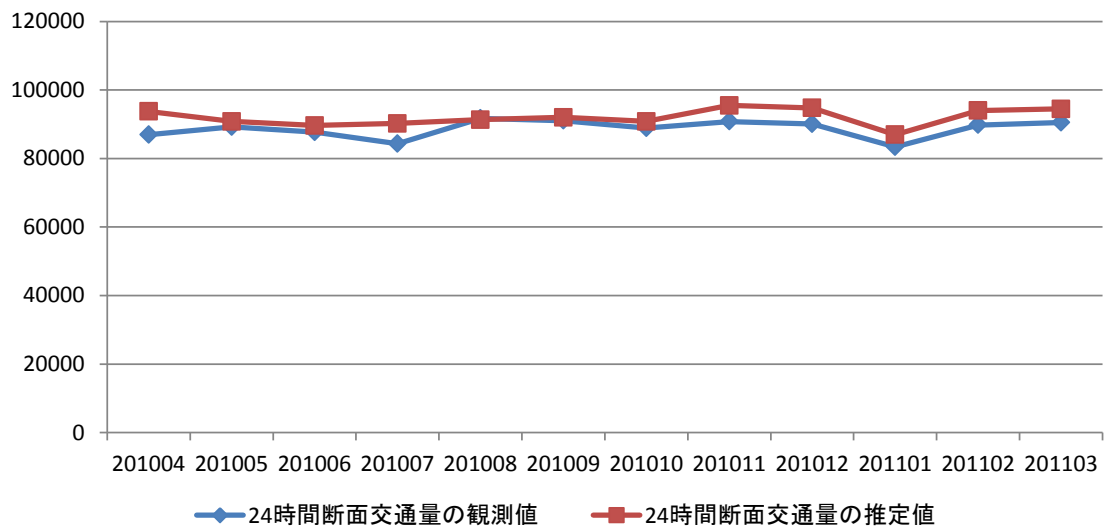


図 5-15 1 番の車両感知器の月平均の 24 時間断面交通量の変動（休日）

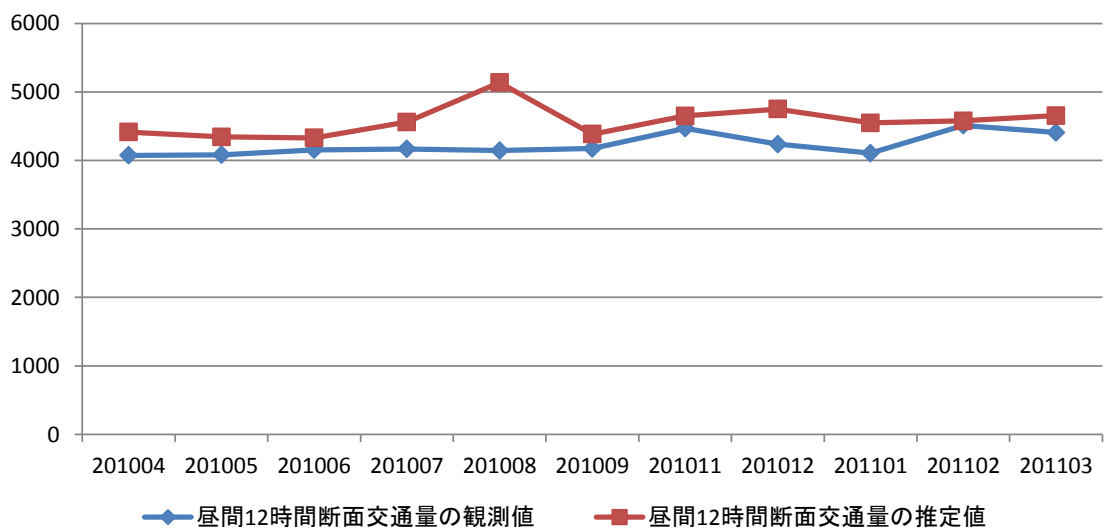


図 5-16 7 番の車両感知器の月平均の昼間 12 時間断面交通量の変動（平日）

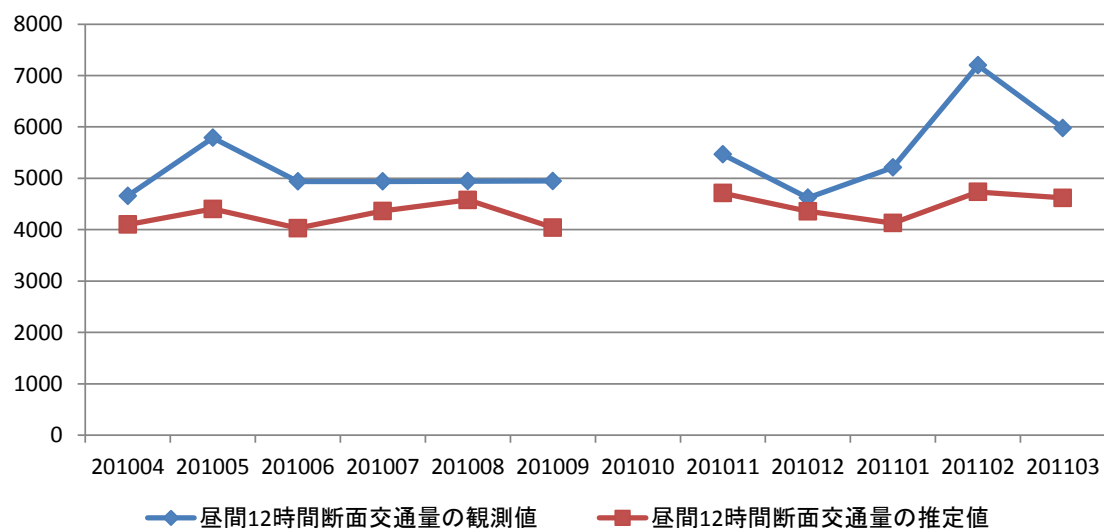


図 5-17 7 番の車両感知器の月平均の昼間 12 時間断面交通量の変動（休日）

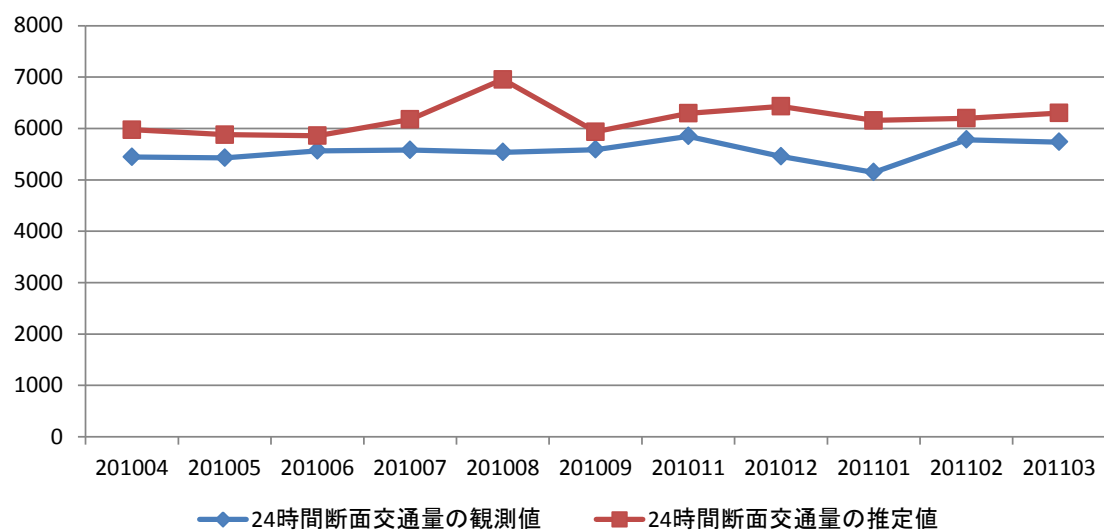


図 5-18 7 番の車両感知器の月平均の 24 時間断面交通量の変動（平日）

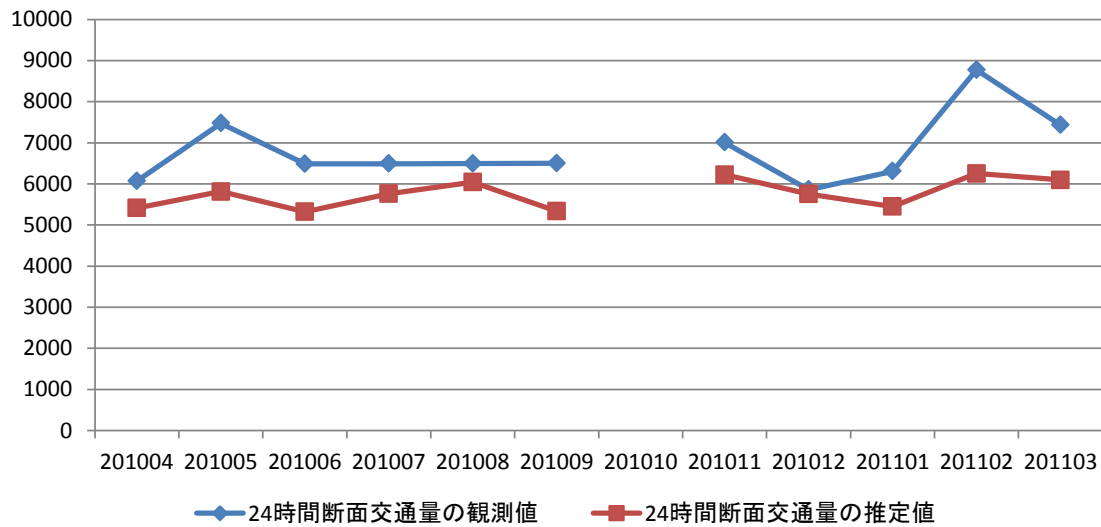


図 5-19 7 番の車両感知器の月平均の 24 時間断面交通量の変動（休日）

2) 昼間 12 時間の方向別車種別交通量

月平均の昼間 12 時間の方向別車種別交通量の推定精度を方向別車種別に、小型車と大型車、平日と休日とに分けて図 5-20～図 5-23 に示す。

平日の小型車の RMS 誤差は上り 142、下り 75、%RMS 誤差は上り 14%、下り 7% となり、平日の大型車の RMS 誤差は上り 115、下り 58、%RMS 誤差は上り 34%、下り 19% となった。

休日の小型車の RMS 誤差は上り 235、下り 128、%RMS 誤差は上り 21%、下り 12% となり、休日の大型車の RMS 誤差は上り 159、下り 23、%RMS 誤差は上り 78%、下り 16% となった。

日々の昼間 12 時間の方向別車種別交通量の推定精度と同様に、特に休日の大型車の精度が低くなっている。そこで、7 つの車両感知器それぞれについて確認を行った。その結果を表 5-3 に示す。4 番と 7 番の車両感知器を除いては、小型車で概ね 10% 程度、大型車で概ね 30% 以内であった。

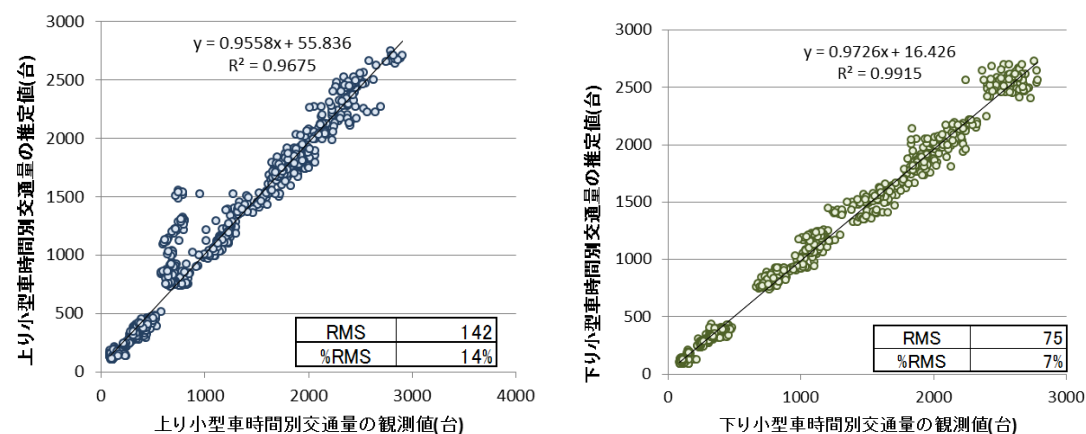


図 5-20 月平均の昼間 12 時間の小型車の方向別車種別時間交通量の推定精度(平日)

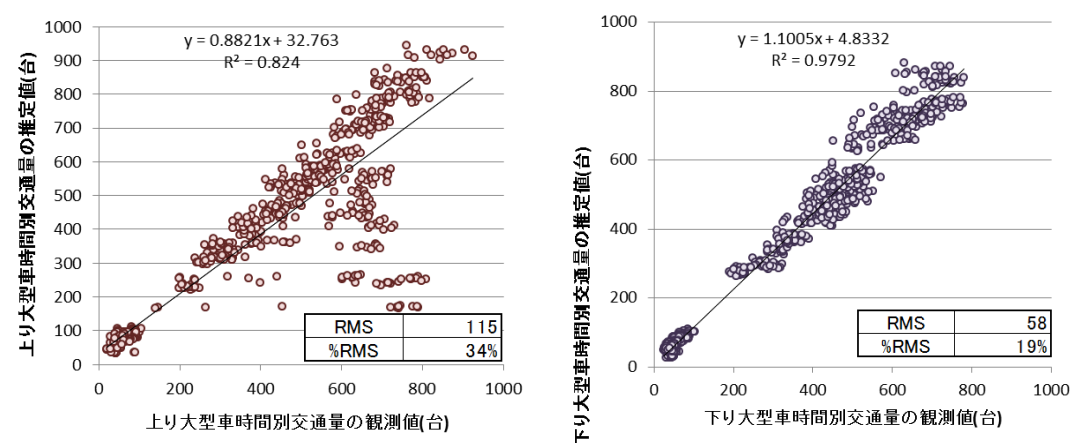


図 5-21 月平均の昼間 12 時間の大型車の方向別車種別時間交通量の推定精度(平日)

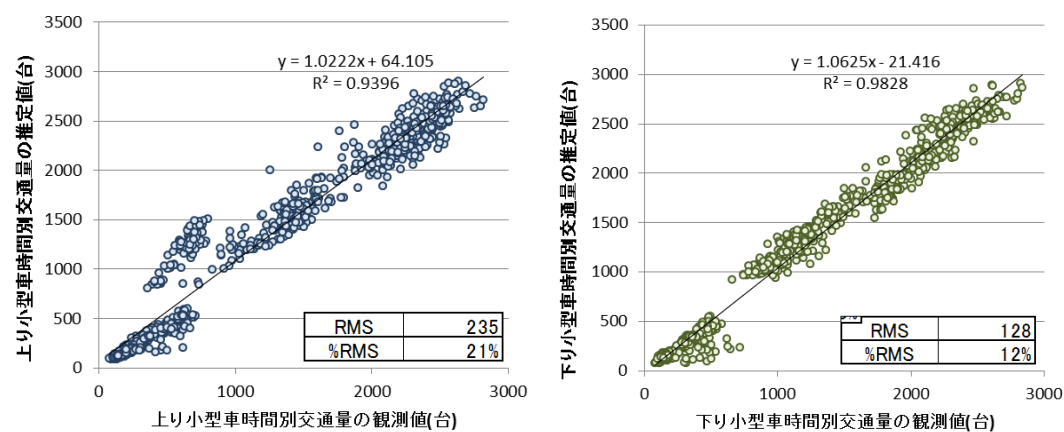


図 5-22 月平均の昼間 12 時間の小型車の方向別車種別時間交通量の推定精度(休日)

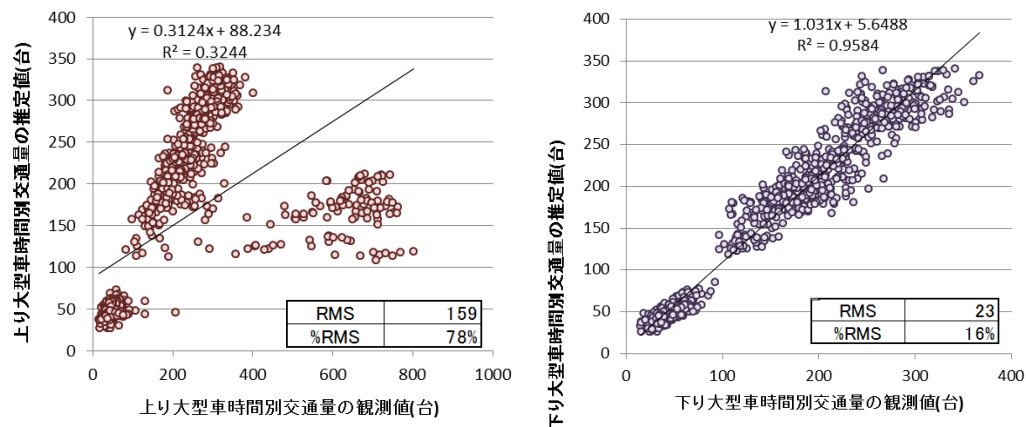


図 5-23 月平均の昼間 12 時間の大型車の方向別車種別時間交通量の推定精度(休日)

表 5-3 車両感知器別の月平均の昼間 12 時間方向別車種別時間交通量の推定精度

車両感知器		平日				休日			
		上り小型	上り大型	下り小型	下り大型	上り小型	上り大型	下り小型	下り大型
1	RMS	111	71	100	118	195	41	172	36
	%RMS	5%	12%	5%	21%	8%	15%	8%	15%
2	RMS	112	58	118	61	148	27	124	27
	%RMS	6%	10%	6%	10%	7%	10%	6%	10%
3	RMS	78	49	71	54	174	24	171	25
	%RMS	6%	12%	6%	13%	12%	13%	14%	13%
4	RMS	320	279	86	39	521	411	152	28
	%RMS	42%	47%	9%	10%	70%	79%	15%	17%
5	RMS	51	10	37	16	90	14	89	8
	%RMS	13%	14%	10%	22%	19%	24%	20%	16%
6	RMS	28	17	24	18	63	10	71	9
	%RMS	9%	31%	8%	31%	18%	22%	22%	21%
7	RMS	38	28	25	11	78	20	74	8
	%RMS	28%	57%	20%	25%	42%	44%	43%	20%

(3)年平均の交通量データの推定精度の確認

1)昼間 12 時間交通量、24 時間断面交通量

昼間 12 時間交通、24 時間断面交通量については、日々の推定精度、月平均の推定精度も高かったことから、まとめて、車両感知器毎に表 5-4 に示す。4 番、7 番の車両感知器においても、誤差が 10%以下となっており、年平均の交通量データとして十分な精度を有していると考えられる。

表 5-4 車両感知器別の年平均の昼間 12 時間交通量と 24 時間交通量の推定精度

車両感知器	昼間12時間交通量(台)			24時間交通量(台)		
	実測値(A)	推定値(B)	誤差((B-A)/A)	実測値(A)	推定値(B)	誤差((B-A)/A)
1	64,326	65,340	2%	93,016	96,390	4%
2	58,747	59,158	1%	83,745	86,010	3%
3	39,665	41,618	5%	57,248	61,893	8%
4	30,873	32,783	6%	44,740	49,272	10%
5	11,318	10,479	-7%	14,672	13,790	-6%
6	8,652	8,650	0%	11,025	11,173	1%
7	4,587	4,514	-2%	5,961	6,066	2%

2)昼間 12 時間の方向別車種別交通量

昼間 12 時間の方向別車種別交通量については、車両感知器毎に年平均の時間変動を比較した。車両感知器毎に、上り小型車、上り大型車、下り小型車、下り大型車の 4 枚のグラフを作成した。この結果から、4 番の車両感知器の上りと 7 番の車両感知器において、時間変動に違いが見られるものの、年平均の交通量データとしては利用可能と考えられる。

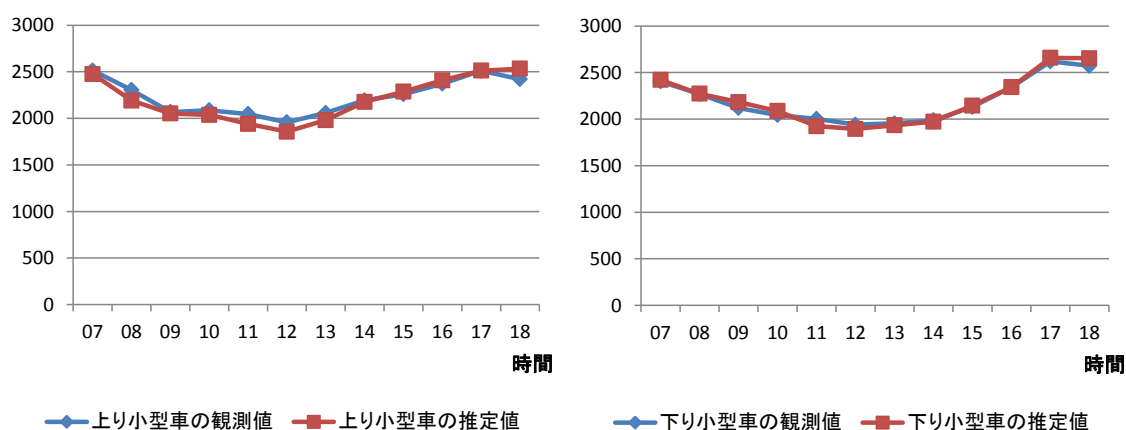


図 5-24 1 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 1)

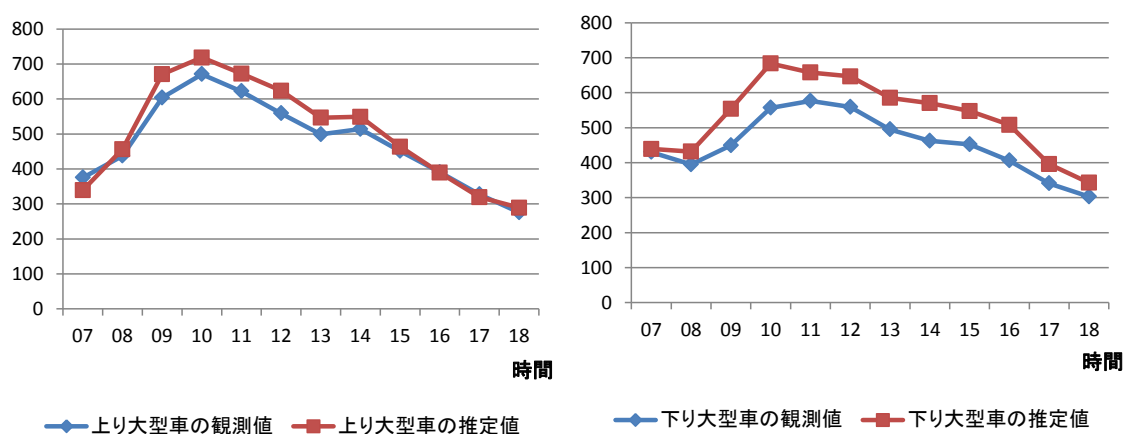


図 5-25 1 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 2)

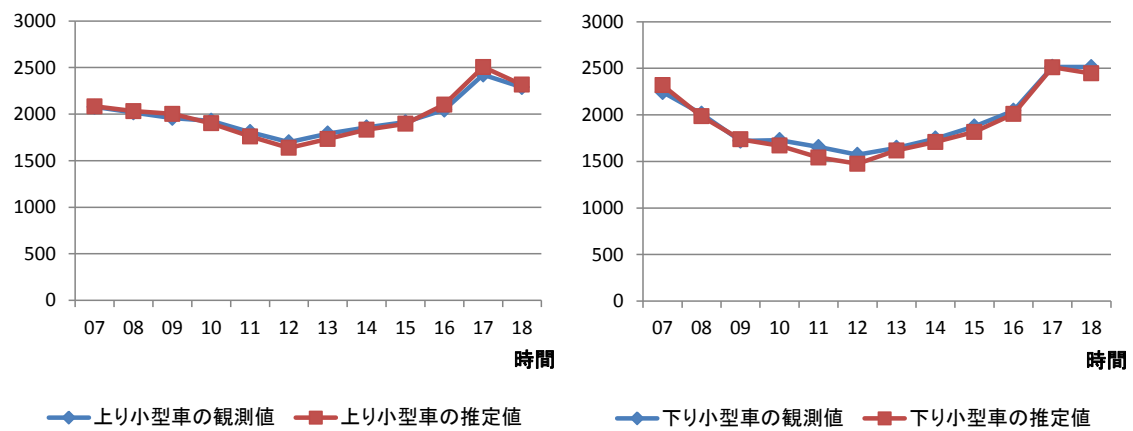


図 5-26 2 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 1)

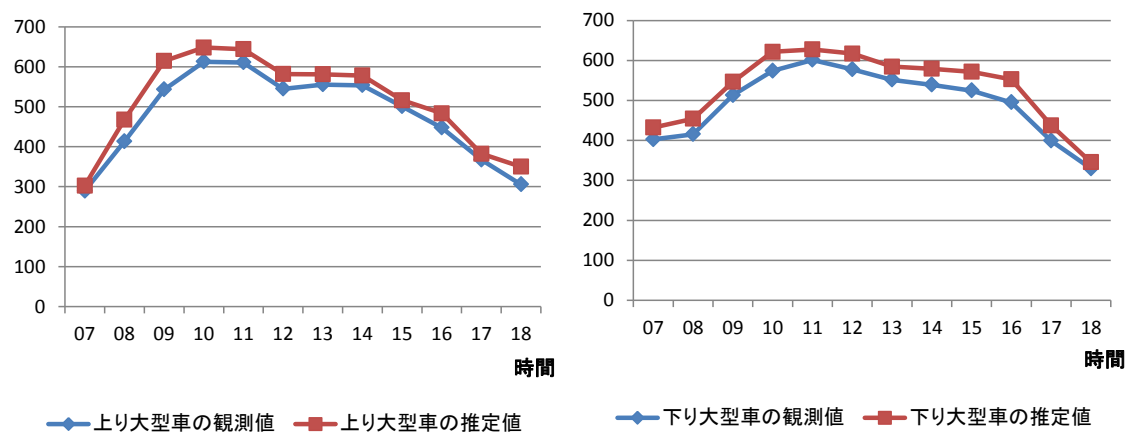


図 5-27 2 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 2)

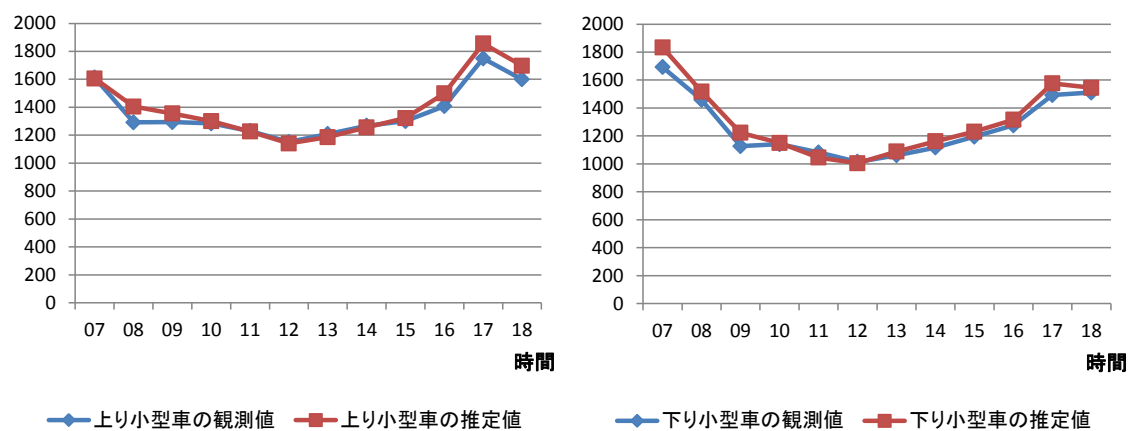


図 5-28 3 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 1)

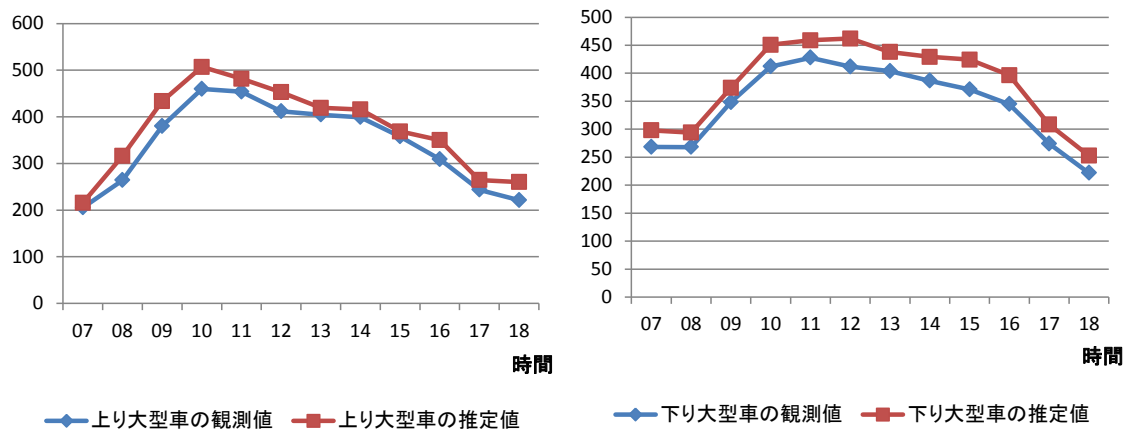


図 5-29 3 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 2)

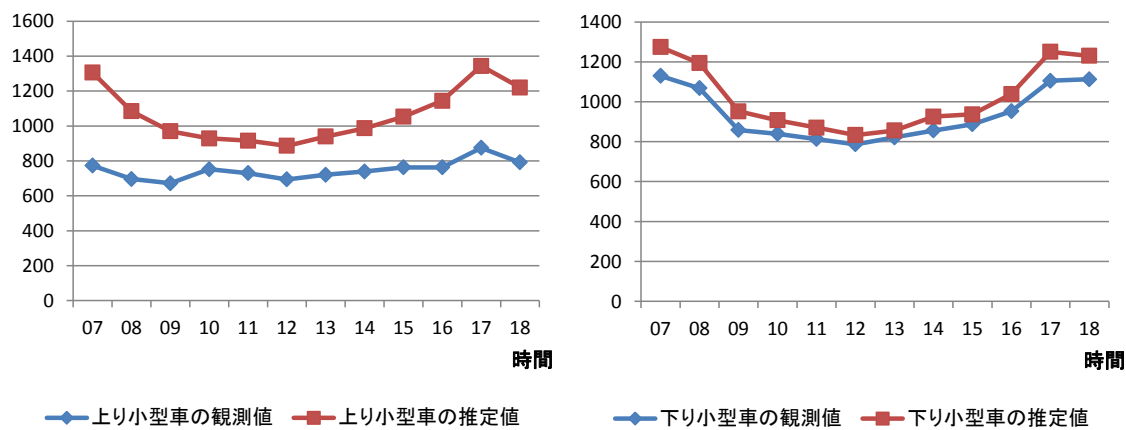


図 5-30 4 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 1)

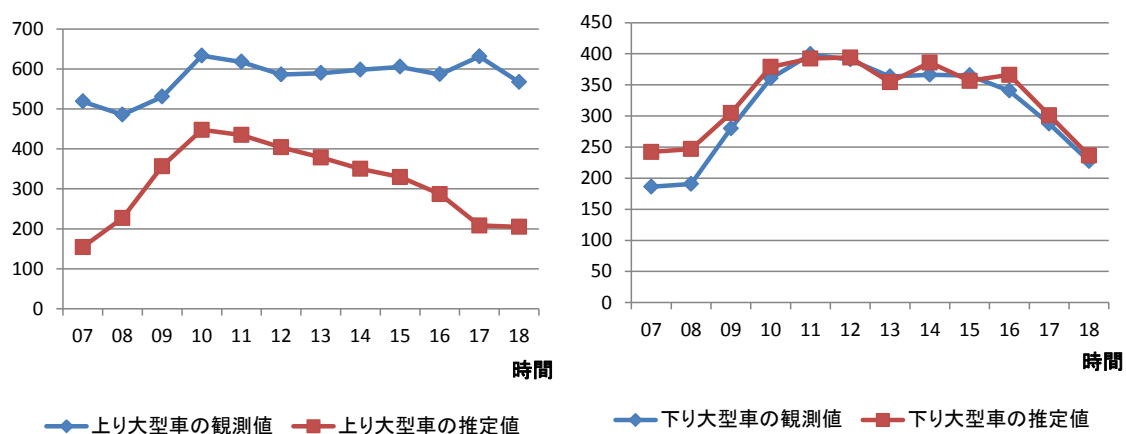


図 5-31 4 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 2)

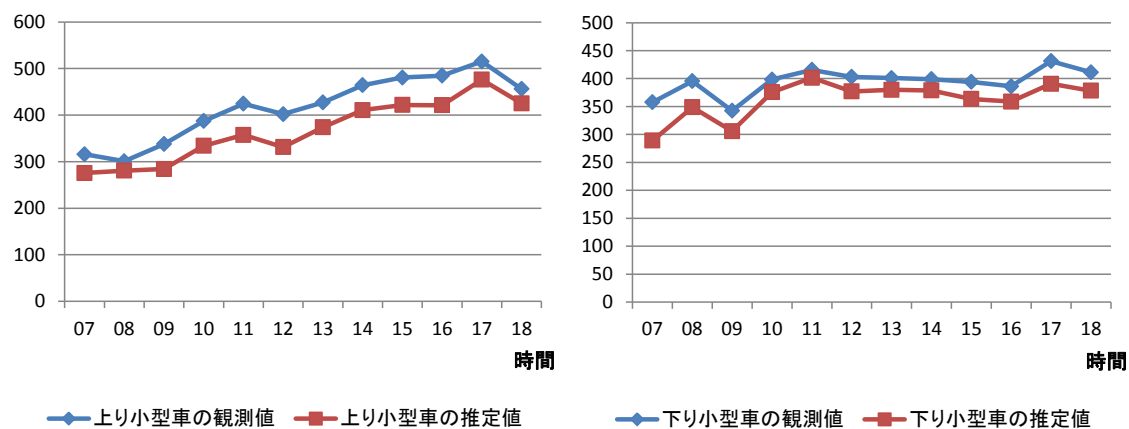


図 5-32 5 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 1)

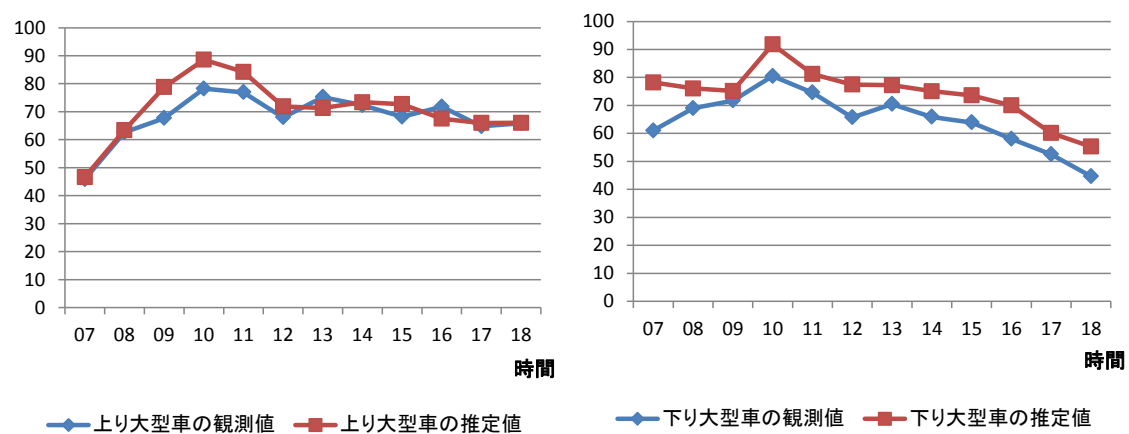


図 5-33 5 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 2)

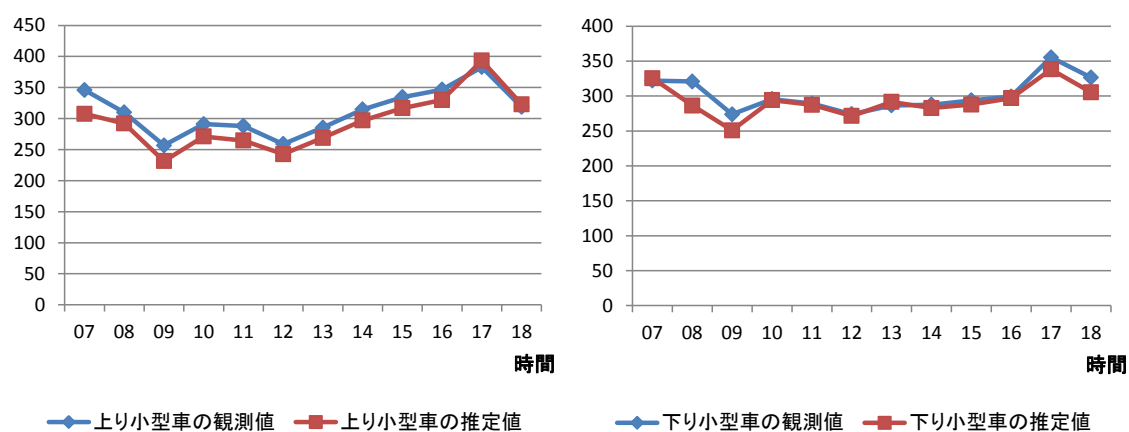


図 5-34 6 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 1)

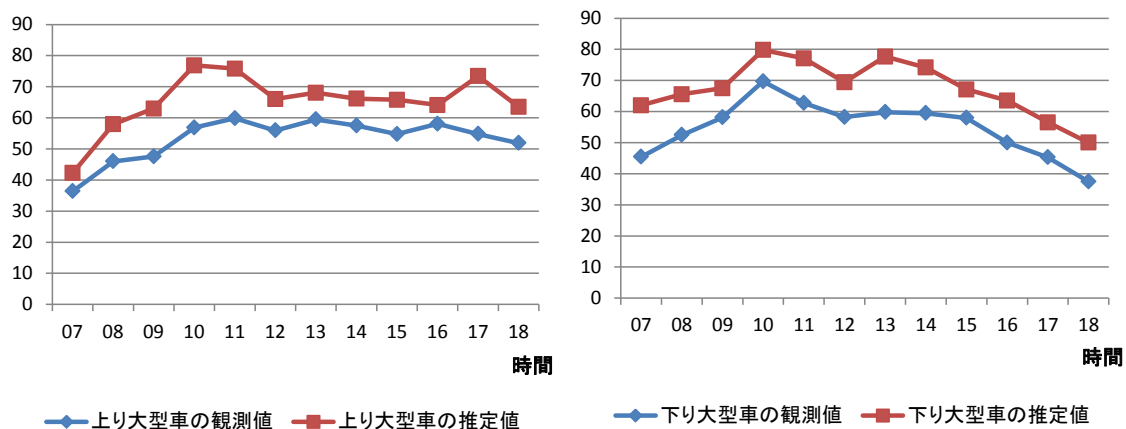


図 5-35 6 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 2)

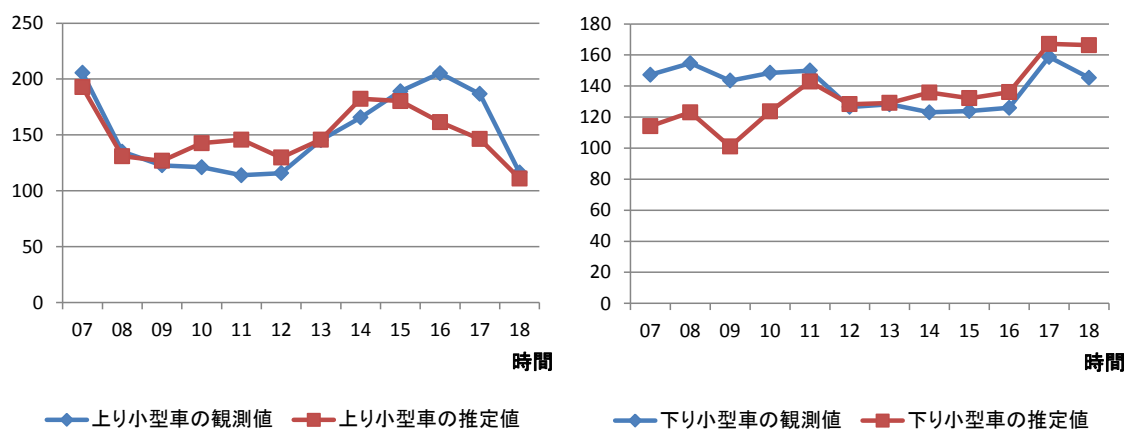


図 5-36 7 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 1)

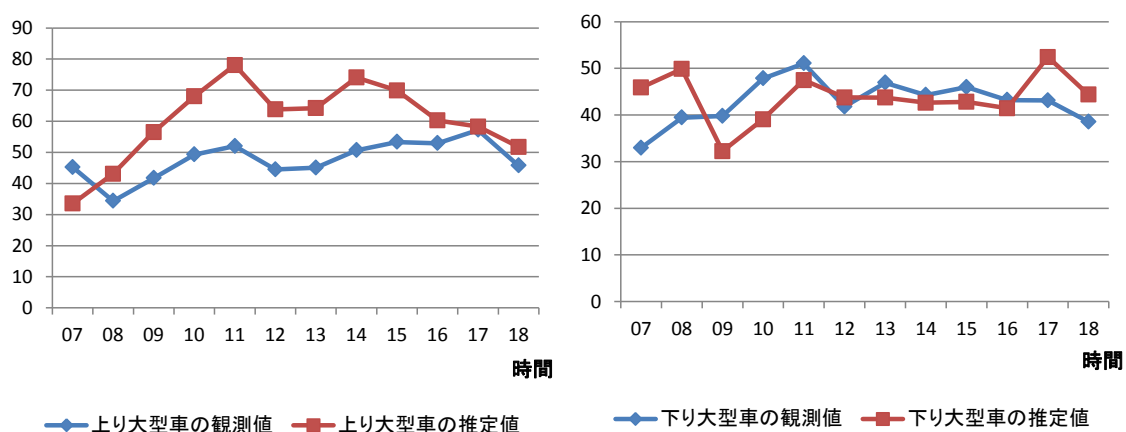


図 5-37 7 番の車両感知器の年平均の時間変動 (その 2)

5.3.2 常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法の整理

前項までの成果を踏まえ、以下の通り、常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法を整理した。以降、推定手順を示す。

手順①基準常時観測点の選定

推定区間の交通量推定の基準常時観測点を選定する。選定の際には、交通量の変動が空間的に類似していることが条件となる。第3章で整理した交通重複率の考え方なども参考に、「区間が近接している」、「沿道条件が類似している」といった地理的条件や、「同じ経路を通る交通が多い」、「同一路線である」といった道路交通条件を勘案して、推定区間と交通動向が類似していると考えられる車両感知器を選定する。

車両感知器は、全国の直轄国道に設置されており、直轄国道以外の一般道路にはほとんど設置されていない。また、直轄国道の一部区間、直轄国道以外の一般道路については、交通重複率を推定できない（交通重複率がゼロもしくは著しく交通重複率が低い）推定区間が多く存在する。従って、交通重複率を用いた基準常時観測点の設定が不可能な区間については、図 5-38 に示すとおり、同一県内すべての車両感知器の昼間 12 時間断面交通量の平均値を基準常時観測点の昼間 12 時間断面交通量とみなして推定区間の交通量を推定する。第3章で選定した交通量の変動が空間的に類似する条件の同一生活圈などを条件として基準常時観測点が選定できることが望ましいものの、車両感知器の設置状況によっては、設定できない場合が存在すると考えられるため、同一県とした。

手順②昼間 12 時間断面交通量の算定

推定区間における既存の交通量観測結果を用い、基準常時観測点の昼間 12 時間断面交通量に対する推定区間の昼間 12 時間断面交通量の割合（交通量比）をあらかじめ算出する。推定区間の任意日の昼間 12 時間断面交通量は、当該日における基準常時観測点の昼間 12 時間断面交通量に、あらかじめ算定した交通量比を乗じ推定する。

$$q = Q \times (q' / Q') \quad (\text{式 5-4})$$

ここで、

q : 推定区間の昼間 12 時間断面交通量の推定値
(任意日)

q' : 推定区間の既存の観測交通量（昼間 12 時間断面交通量）（既存の交通量観測日）

Q : q の推定日の車両感知器の昼間 12 時間断面交通量（任意日）

Q' : q' の観測日の車両感知器の昼間 12 時間断面交通量（既存の交通量観測日）

手順③昼間 12 時間の時間別方向別車種別交通量の算定

推定区間における既存の交通量観測結果を用いて、推定区間の昼間 12 時間断面交通量に対する 7 時台～18 時台の各時間の方向別車種別交通量の割合（方向別車種別時間

係数)をあらかじめ算出する。次に、手順②により推定した任意日の推定区間の昼間 12 時間断面交通量に方向別車種別時間係数(既存の交通量観測日)を乗じることにより、当該任意日における昼間 12 時間の時間別方向別車種別交通量を推定する。

$$q_{t \cdot d \cdot c} = q \times (q'_{t \cdot d \cdot c} / q') \quad (\text{式 5-5})$$

ここで、

$q_{t \cdot d \cdot c}$: 推定区間の昼間 12 時間の時間別方向別車種別交通量の推定値(任意日)

$q'_{t \cdot d \cdot c} / q'$: 推定区間の方向別車種別時間係数(既存の交通量観測日)

手順④24 時間断面交通量の推定

推定区間における既存の交通量観測結果を用いて、推定区間の昼間 12 時間断面交通量に対する 24 時間断面交通量の割合(昼夜率)をあらかじめ算出する。次に、手順②により推定した推定区間の昼間 12 時間断面交通量に昼夜率を乗じることにより、24 時間断面交通量を推定する。

$$q_{24h} = q \times (q'_{24h} / q') \quad (\text{式 5-6})$$

ここで、

q_{24h} : 推定区間の 24 時間断面交通量(任意日)

q'_{24h} / q' : 推定区間の昼夜率(既存の交通量観測日)

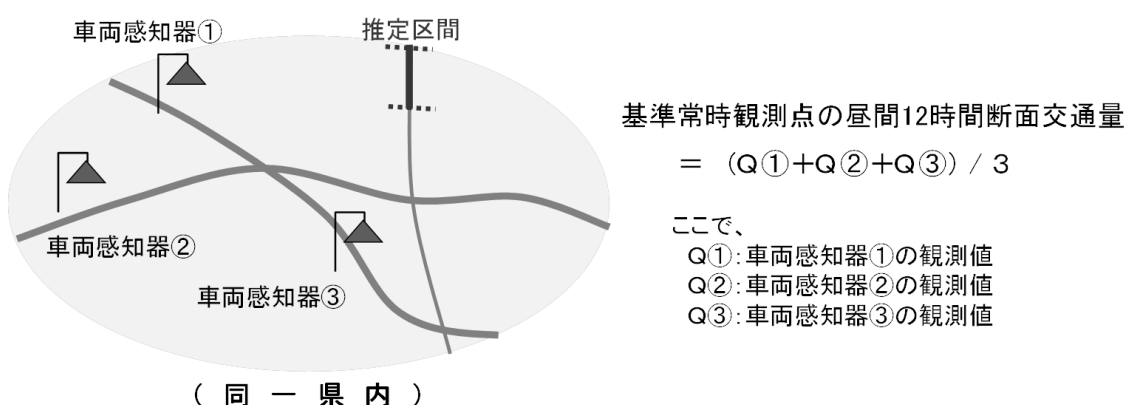


図 5-38 交通重複率の算定が困難推定区間の取扱

5.4 本章のまとめ

本章では、第 4 章で提案した常時観測データの処理技術を応用し、常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法を整理した。また、常時観測データを用いて、日々の交通量データの算定精度、月平均の交通量データの算定精度、年平均の交通量データの算定精度の検証を通じ、提案手法の有効性を確認した。

本研究成果を踏まえ提案する常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法の特徴は以下の通りである。

【常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法】

- (1) 交通量の変動が類似する基準常時観測点の設定することで、全国の幹線道路を対象として、交通量データの推定手法を構築した。
- (2) 24 時間の断面交通量、昼間 12 時間の断面交通量は、所要の精度で日々の交通量データを推定することが可能である。

一方で、次の課題が残ると考えられる。

(1) 道路交通状況の変化が発生する場合への対応

新規道路の供用など道路交通状況の変化が発生する場合、車両感知器と推定区間の対応の見直しを行うとともに、入力データとなる車両感知器と推定区間の交通量の比についても見直しを行う必要がある。

車両感知器と推定区間の対応の見直しに必要な交通重複率の再算定への対応については、第 6 章で述べる。

車両感知器と推定区間の交通量の比の見直しについては、新規道路の供用効果の把握時などに観測した交通量調査結果を利用することが考えられる。

(2) 個別の交通量調査の実施方法

個別観測を行う場合、昼間 12 時間の交通量調査ではなく、24 時間の交通量調査を実施することで、第 4 章で述べた常時観測データの処理技術と同様に、24 時間の方向別車種別時間別交通量が推定できると考えられる。

このため、個別調査においては、24 時間観測が求められる。また、平日と休日とでは、交通量の変動特性が異なることから、休日の交通量データが収集されることが望ましい。このためには、個別調査については、人手観測ではなく、機械観測を実施して、データの充実とデータ収集の効率化を図ることが求められる。

第 5 章の参考文献

- 1) 外井哲志, 天本徳浩: 非観測区間交通量推定のための交通量観測点の最適配置計画に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.7, pp.251-258, 1989.
- 2) 朝倉康夫, 柏谷増男, 西山晶造: 観測リンク交通量を用いた道路網交通流の日変動推定とその信頼性分析への応用, 土木学会論文集, No.482/IV-22, pp.17-25, 1994.
- 3) 高山純一, 飯田恭敬: 常時観測交通量データを用いた非観測区間交通量の簡易推計法, 第 18 回日本道路会議論文集, pp.1146-1147, 1990.
- 4) 竹内努, 高山純一: 地点間交通量の相関係数の推定による非観測区間の交通量の推計分析, 第 15 回交通工学研究発表会論文集, pp.225-228, 1995.
- 5) Denos Gazis, Chiu Liu: Kalman filtering estimation of traffic counts for two network links in tan-dem, Transportation Research Part B37, pp.737-745, 2003

- 6) Shimin Yang, Gary A. Davis : Bayesian estimation of classified mean daily traffic, Transportation Research Part A36, pp.365-382, 2002
- 7) Bill Eisele, David Schrank, Tim Lomax: 2011 Congested Corridors Report, Texas Transportation Institute, Appendix B B-3, 2011.

第 6 章 交通重複率の推定方法

第6章 交通重複率の推定方法

6.1 本章の目的

本章では、交通重複率の推定を OD 交通量逆推定手法の適用場面と想定し、OD 交通量逆推定手法の構築を行うことを目的とする。

新規道路の供用など道路交通状況の変化が発生する場合、車両感知器と推定区間の対応の見直しを行う必要がある。車両感知器と推定区間の対応の見直しに必要となる交通重複率は交通量配分を実施して推定する。交通量配分に必要な OD データは 5 年に一度の道路交通センサス実施年度に作成されており、道路交通センサスの中間年次などに、交通重複率を推定する際には、OD データの準備に課題が生じる。そこで、交通重複率の更新方法として、交通量データから OD 交通量を推定することが可能な OD 交通量逆推定手法の開発を行った。

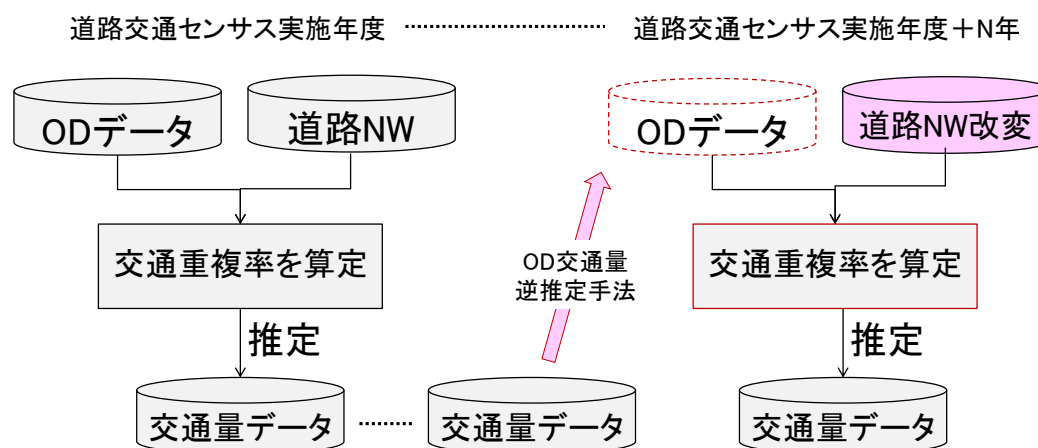


図 6-1 交通重複率の算定への OD 交通量逆推定手法適用の流れ

6.2 OD 交通量逆推定手法の概要

OD 交通量逆推定手法は、道路区間上で観測される交通量データを利用して対象地域の交通需要量を推計する手法である。OD 交通量逆推定 1960 年代から学術的な研究が積み重ねられており、既存 OD データの有無、解法の種類等によって大きく 3 つのモデルに分類される。

1 つめのモデルは、道路区間交通量（あるいは OD 交通量）の残差平方和が最小になるようにモデル化を行うものである¹⁾²⁾。2 つめのモデルは、確率論を用いたもので、例えばエントロピー最大化によるモデルがある³⁾。3 つめのモデルは、1 つめ、2 つめのモデルに属さないモデルで、例えば交差点分岐率から OD 交通量を推計するモデル

がある⁴⁾。前述の通り 1960 年代から研究が積み重ねられており、OD 交通量逆推定手法が実用化の域に達してきたと考えられている⁵⁾。しかしながら、現時点では実務での適用例はほとんどない。そこで、南部ら⁶⁾、筆者ら⁷⁾⁸⁾は、OD 交通量逆推定手法の実務への適用に向けた検討を進めてきた。本章では、筆者らが行ってきた既往研究成果が抱える課題を解決し、OD 交通量逆推定手法の構築を行った。

6.2.1 OD 交通量逆推定手法のモデル式

本研究では、OD 交通量逆推定手法として、結合モデル（以下「C-model」という。）を用いる。C-model はリンク交通量の推定値と観測値の残差平方和と、対象地域における全発生交通量に占める各ゾーンの発生交通量の比率の推定値と現実値の残差平方和を最小化することによって、未知変数 \hat{O}_c を推定するモデルである。モデル式とフローは以下の通りである。

《結合モデル（C-model）》

目的関数

$$\begin{aligned} \Phi = \sum_a [& (\sum_{c_i} \sum_{d_j} \tau_c \hat{O}_c \alpha_{c_i} m_{cd} \beta_{d_j} P_{c_i d_j}^a \\ & + \sum_{c_i} \sum_l (1 - \tau_c) \hat{O}_c \alpha_{c_i} n_{cl} P_{c_i l}^a + \sum_k \sum_{d_j} \lambda_k S_k q_{kd} \beta_{d_j} P_{kd_j}^a \\ & + \sum_k \sum_l (1 - \lambda_k) S_k r_{kl} P_{kl}^a) - v_a^*]^2 + \sum_c [\hat{O}_c - \hat{O}_{o_c}^*]^2 \rightarrow \text{Min} \end{aligned} \quad (\text{式 6-1})$$

ここで、

P_{ij}^a : OD 交通量 ij のリンク a の利用確率

c_i : セントロイド c 内の発生ノード i

d_j : セントロイド d 内の集中ノード j

τ_c : セントロイド c の OD 交通の内々比率

α_{c_i} 、 β_{d_j} : ノード発生・集中分担率

m_{cd} : セントロイド cd 間の目的地選択確率

n_{cl} : セントロイド c から外部ノード l への目的地選択確率

λ_k : 外部ノード k から流入する OD 交通の外内比率

S_k : 外部ノード k からの流入交通量

q_{kd} : 外部ノード k からセントロイド d への目的地選択確率

r_{kl} : 外部ノード kl 間の目的地選択確率

v_a^* : リンク a の観測リンク交通量

\hat{O}_c : 発生交通量 (未知変数)

\hat{O} : 総発生交通量 ($\hat{O} = \sum \hat{O}_c$)

o_c^* : 既存データによる発生交通量比率

($= O_c^* / O^*$)

制約条件

$\hat{O}_c \geq 0$

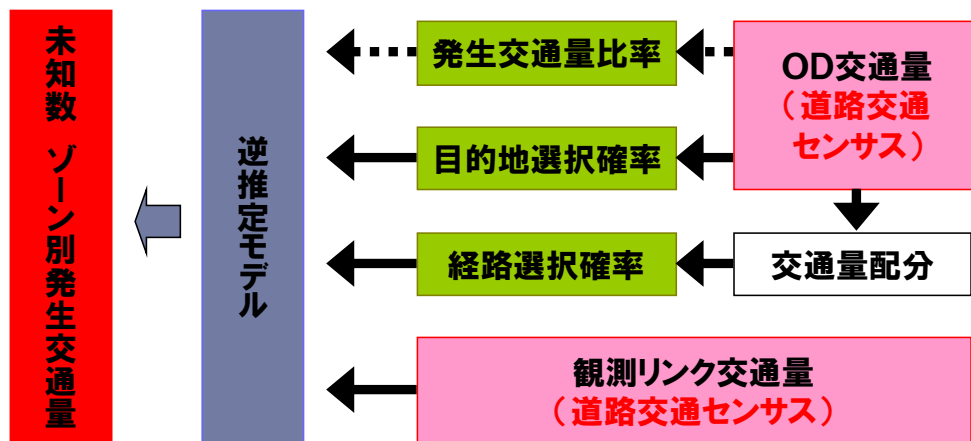


図 6-2 OD 交通量逆推定手法のモデルフロー

6.2.2 OD 交通量逆推定の手法上の課題

筆者らは、OD 交通量逆推定手法を実用化するための研究に取り組んできた。これまで、仮想道路網⁶⁾及び実道路網⁷⁾⁸⁾を対象に、モデルの基本的な性能の検証や、観測リンク交通量が誤差を含んだ場合、観測地点数が少ない場合の影響分析等を行ってきた。その結果、次の手法上の課題が抽出されている。

課題①：残差項の重みの設定

C-modelにおけるリンク交通量の推定値と観測値の残差と対象地域における全発生交通量に占める各ゾーンの発生交通量の比率の推定値と現実値の残差の重みとして、これまで検討してきたモデルでは 1:1 としてきた。リンク交通量に関する残差と発生交通量に関する残差のディメンジョンが等しいことや、重みが 1:1 のときには目的変数の定義から当然のことながら残差の和は最小化されるので、1:1 の重みは分かりやすい定式化であるといえる。しかしながら、重みの根拠は明確ではないことが課題で

あった。

課題②：発生交通量の修正値

C-model で推定される発生交通量は比較的安定的であるものの、発生交通量の修正値がおおきくなり、インプットデータである OD データから大きくずれる場合が存在した。

課題③：繰り返し計算手法の構築

OD 交通量逆推定手法を実施すると OD 交通量が変化する。このため、再度交通量配分を行うとモデルに入力する経路選択確率が変わることになる。そこで OD 交通量逆推定と交通量配分による経路選択確率の算定を繰り返すことが考えられる。繰り返し計算により、ゾーン毎の発生交通量は 2 回目以降比較的安定するものの、一部のゾーンでは、発生交通量が収束せず振動するという課題があった。

6.2.3 OD 交通量逆推定の手法上の課題の解決方法

C-model の手法上の課題を解消するため、残差項の重み、発生交通量（目的変数）の推定値の上下限値の設定、発生交通量（目的変数）の推定値の安定性について次の改良を行った。

課題①への対応：残差項の重みの設定

残差の比率について、誤差論の考え方から、残差項の重みの設定を行った。観測リンク交通量と発生交通量の残差項の重みは、観測誤差（分散）を用いて次のように設定できる。

次式のように、 $\Sigma(x_i^2)$ 及び $\Sigma(y_i^2)$ を 1 つの値と考え、分散を考える。

$$1/\sigma_l^2 \Sigma(x_i^2) + 1/\sigma_o^2 \Sigma(y_i^2) \rightarrow \min \quad (\text{式 6-2})$$

ここに、

(観測リンク交通量)

観測値	l_i
最確値	L_i
残 差	$x_i \quad (= l_i - L_i)$
リンク数	n

同じリンクを複数回 (k 回) 観測したと考えた場合の観測値の標準偏差 σ_{li}

(発生交通量)

観測値	o_i
最確値	O_i

残 差 y_i ($= o_i - O_i$)

ゾーン数 m

同じゾーンを複数回 (k 回) 観測したと考えた場合の観測値の標準偏差 σ_{oi}

発生交通量の分散について、H22 道路交通センサス OD 調査の OD 交通量については「信頼度 95%で相対誤差率 20%以内の精度を確保」と考えられている。これより、 $2\sigma_{oi} = 0.2 o_i$ から $\sigma_{oi} = 0.1 o_i$ と考えられることから、発生交通量の標準偏差は次のように考えられる。次式のように、発生交通量全体の標準偏差についても同様に概ね以下と考えることができる。

$$\sigma_o = 0.1 \sum o_i$$

観測リンク交通量の分散について、道路交通センサス交通量調査については「車両感知器の精度には 5%が要求される」と考えられている。発生交通量の分散と同様に、 $2\sigma_{li} = 0.05 o_i$ から $\sigma_{li} = 0.025 l_i$ と考えられる。次式のように、観測リンク交通量全体の標準偏差についても同様に概ね以下と考えることができる。

$$\sigma_l = 0.025 \sum l_i$$

この結果、C-model の目的関数は次式のように定式化できる。

$$1/(0.025 \sum l_i)^2 \sum (x_i^2) + 1/(0.1 \sum o_i)^2 \sum (y_i^2) \rightarrow \min \quad (\text{式 6-3})$$

以上により、改良した結合モデル (C-model) のモデル式は次のようになる。

《結合モデル (C-model) ・改良モデル》

目的関数

$$\begin{aligned} \Phi = & \frac{1}{(0.025 \sum_a v_a^*)^2} \sum_a [(\sum_{c_i} \sum_{d_j} \tau_c \hat{O}_c \alpha_{c_i} m_{cd} \beta_{d_j} P_{c_i d_j}^a \\ & + \sum_{c_i} \sum_{l_i} (1 - \tau_c) \hat{O}_c \alpha_{c_i} n_{cl} P_{c_i l_i}^a + \sum_k \sum_{d_j} \lambda_k S_k q_{kd} \beta_{d_j} P_{kd_j}^a \\ & + \sum_k \sum_{l_i} (1 - \lambda_k) S_k r_{kl} P_{kl}^a) - v_a^*]^2 + \frac{1}{(0.1 O^*)^2} \sum_c [\hat{O}_c - \hat{O}_c^*]^2 \rightarrow \text{Min} \end{aligned} \quad (\text{式 6-4})$$

ここで、

P_{ij}^a : OD 交通量 ij のリンク a の利用確率

c_i : セントロイド c 内の発生ノード i

d_j : セントロイド d 内の集中ノード j

τ_c : セントロイド c の OD 交通の内々比率

α_{c_i} 、 β_{d_j} : ノード発生・集中分担率

m_{cd} : セントロイド cd 間の目的地選択確率

n_{cl} : セントロイド c から外部ノード l への目的地選択確率

λ_k : 外部ノード k から流入する OD 交通の外内比率

S_k : 外部ノード k からの流入交通量

q_{kd} : 外部ノード k からセントロイド d への目的地選択確率

r_{kl} : 外部ノード kl 間の目的地選択確率

v_a^* : リンク a の観測リンク交通量

\hat{O}_c : 発生交通量 (未知変数)

\hat{O} : 総発生交通量 ($\hat{O} = \sum \hat{O}_c$)

o_c^* : 既存データによる発生交通量比率 ($= O_c^* / O^*$)

O^* : 総発生交通量 (既存データ)

制約条件

$$0.8O_c^* \leq \hat{O}_c \leq 1.2O_c^*$$

課題②への対応：発生交通量の修正値への上限值と下限値の設定

H22 道路交通センサス OD 調査の OD 交通量については「信頼度 95% で相対誤差率 20% 以内の精度を確保」と考えられていることを踏まえ、上限値と下限値をともに 20% と設定した。

課題③への対応：発生交通量の収束計算手法

経路選択確立の算出のための交通量配分と OD 交通量逆推定の繰り返し計算は、次のように逐次平均法の考え方にに基づき算出行うものとした。

$$I_{n+1} = I_n + (1/n+1)(O_n - I_n) \quad (\text{式 6-5})$$

ここで、

I_n : n 回目の OD 交通量逆推定の発生交通量のインプット

O_n : n 回目の OD 交通量逆推定の発生交通量のアウトプット

I_{n+1} : n 回目の推定値 ($= n+1$ 回目のインプット) I_{n+1}

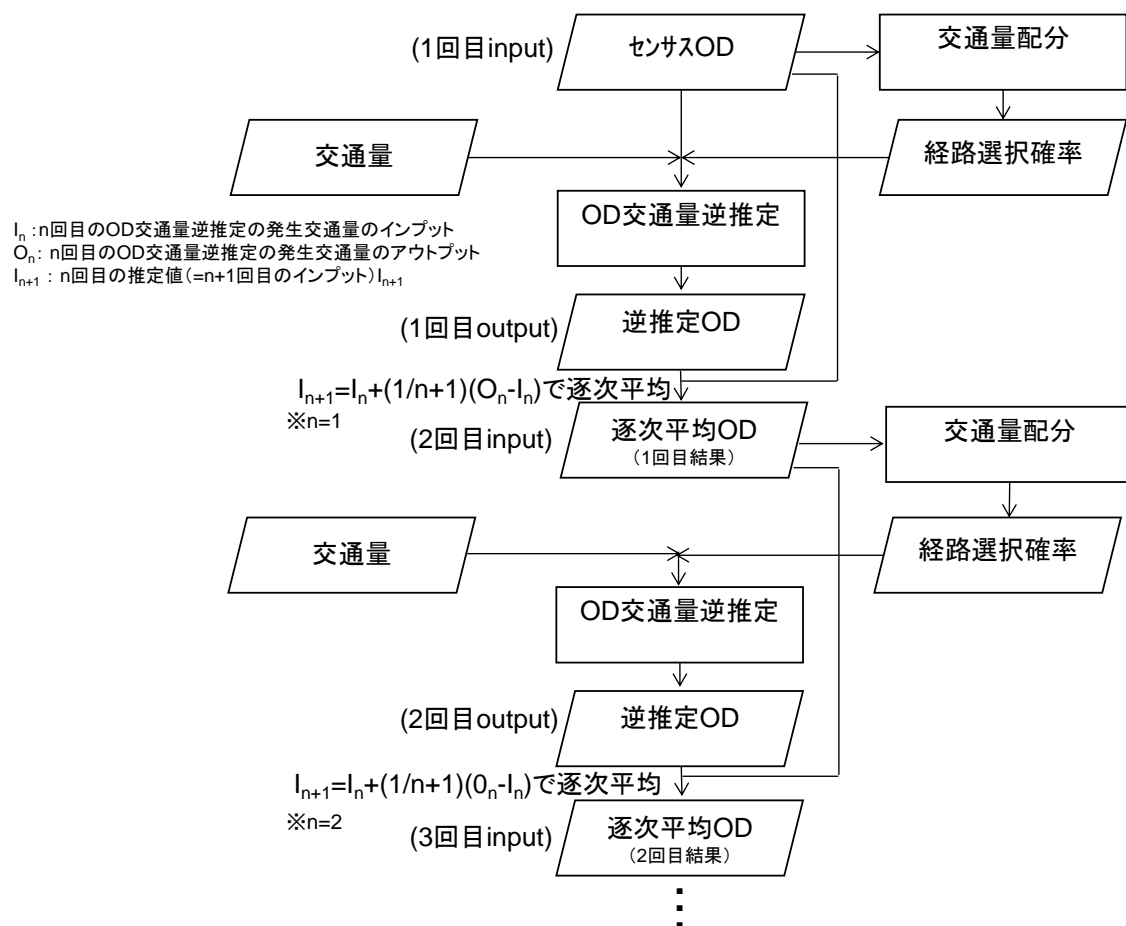


図 6-3 OD 交通量逆推定に用いる経路選択確率の繰り返し計算のフロー

6.3 OD 交通量逆推定の手法の検証

平成 17 年度道路交通センサス OD 調査結果について、平成 17 年度道路交通センサス交通量調査結果を用いて OD 交通量逆推定手法を適用することで、OD 交通量逆推定手法の検証を行った。OD 交通量の精査に用いた交通量調査箇所は、B ゾーン境界 2,370 区間を対象とした。近畿地方の分析ケースでは、B ゾーン境界 2,370 地点の観測リンク交通量の総和は 45,074,807 台、860 個の B ゾーンの総発生交通量は 14,806,229 台であり、リンク交通量の残差項と発生交通量の残差項の重みは概ね 0.63 : 0.37 となった。

(1)総発生交通量の精査（補正）結果

総発生交通量の精査（補正）結果を図 6-4 に示す。改良 C-model では、センサス発生交通量から $\pm 20\%$ の制約があることから、課題解決前の旧 C-model に比べ、発生交通量の増加が抑えられる傾向にあると考えられる。逐次平均を繰り返すにより、各回の総発生交通量の差は小さくなり、一定の値に近づくことがわかる。

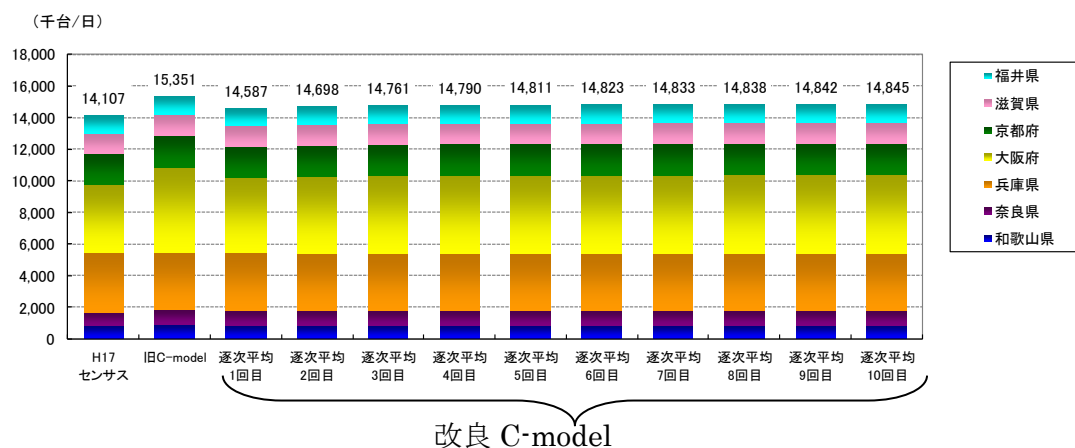


図 6-4 総発生交通量の精査結果

(2) ゾーン別発生交通量の補正状況

総発生交通量の精査（補正）結果を図 6-5～図 6-11 に示す。ゾーン別にみても、逐次平均を繰り返すと概ね一定の値に近づくことがわかる。

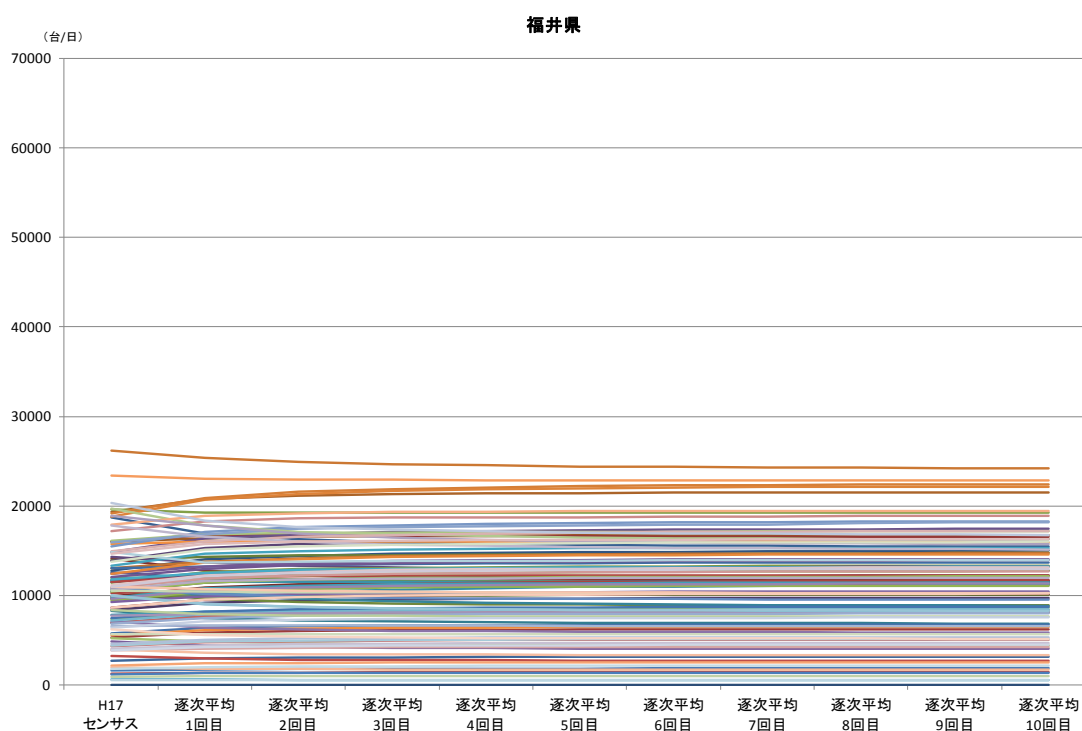


図 6-5 ゾーン別発生交通量の推定結果（福井県）

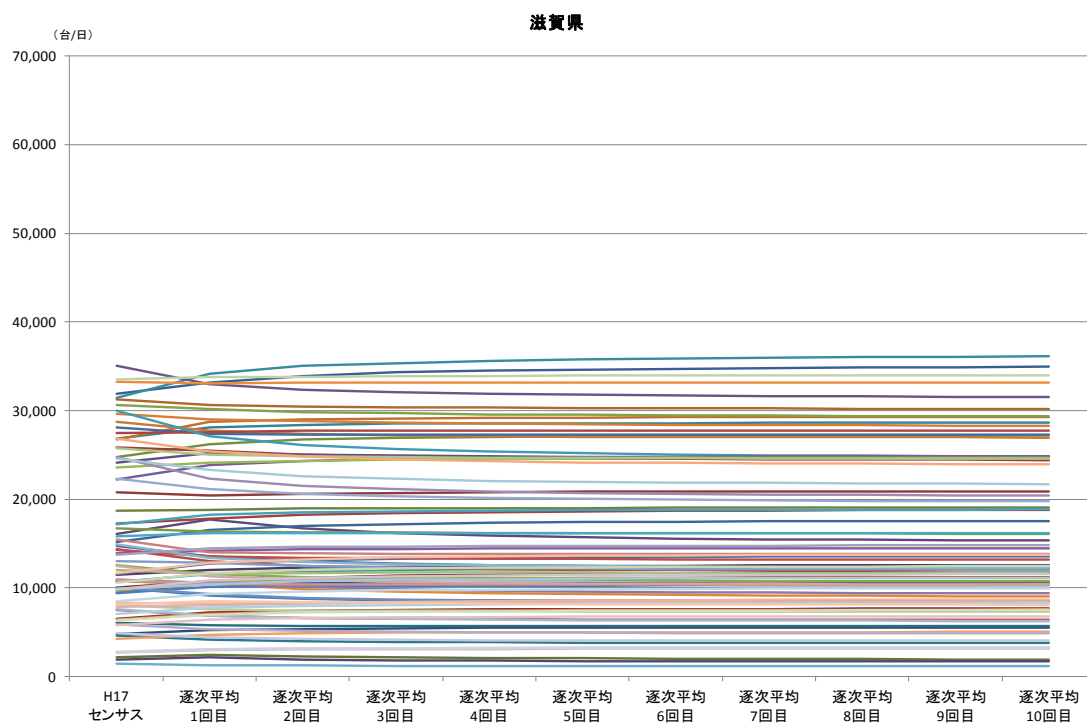


図 6-6 ゾーン別発生交通量の推定結果（滋賀県）

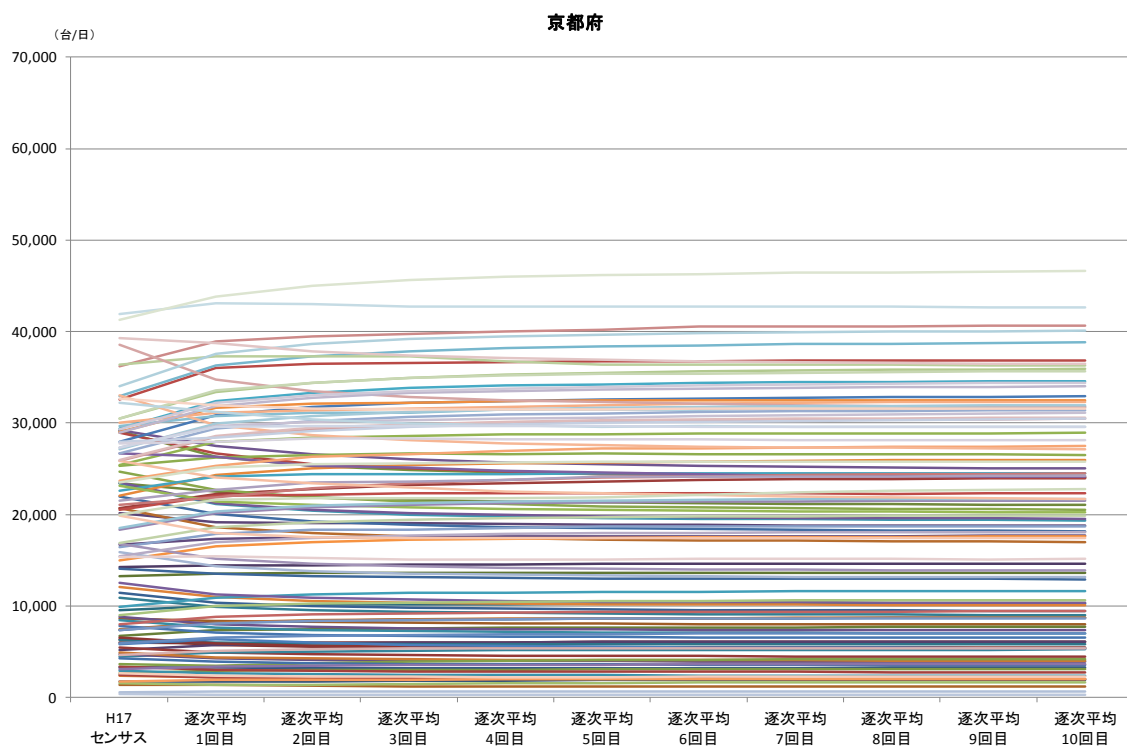


図 6-7 ゾーン別発生交通量の推定結果（京都府）

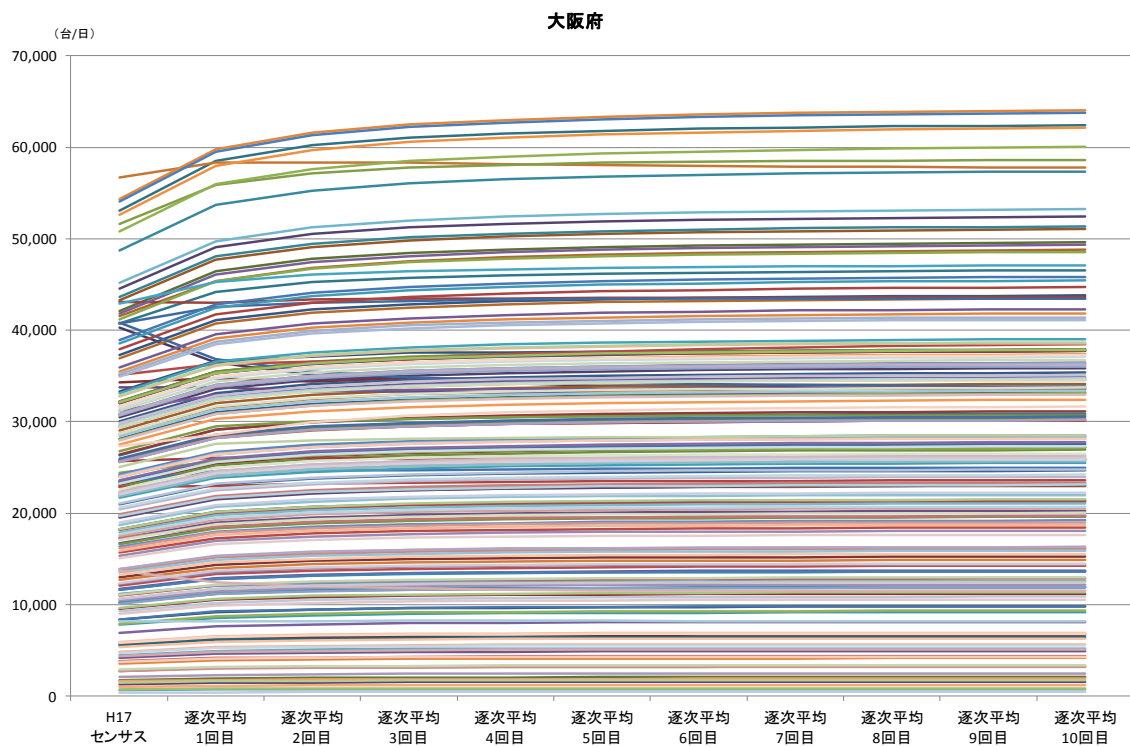


図 6-8 ゾーン別発生交通量の推定結果（大阪府）

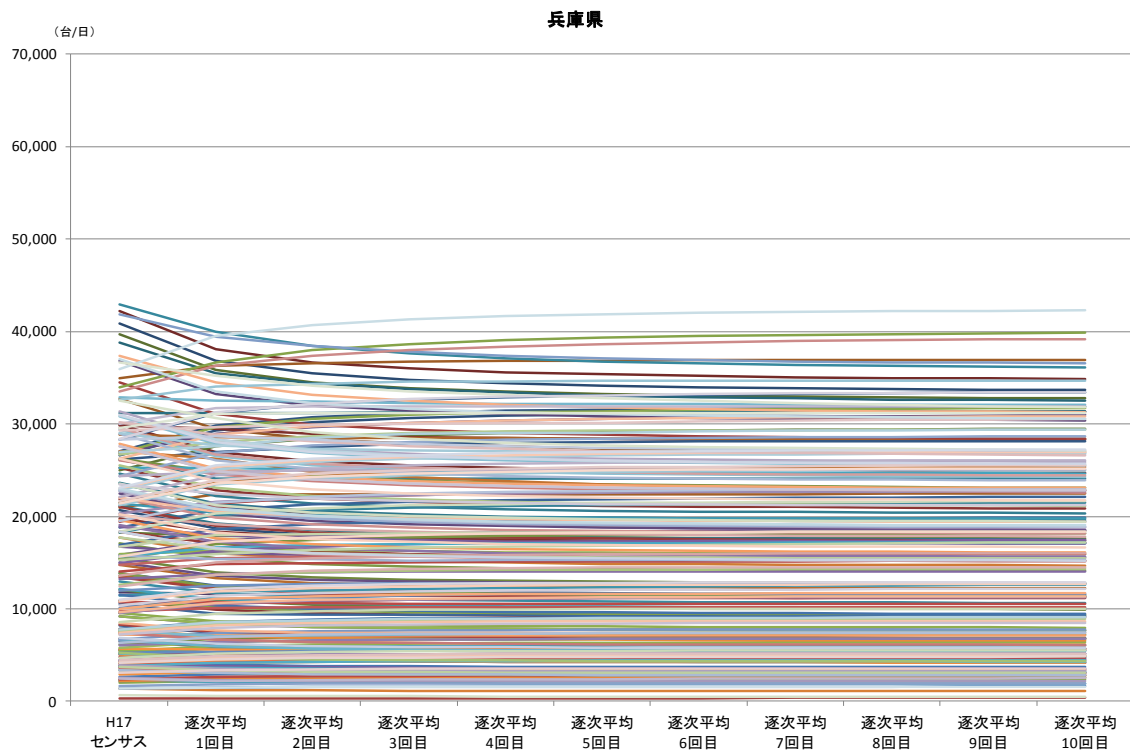


図 6-9 ゾーン別発生交通量の推定結果（兵庫県）

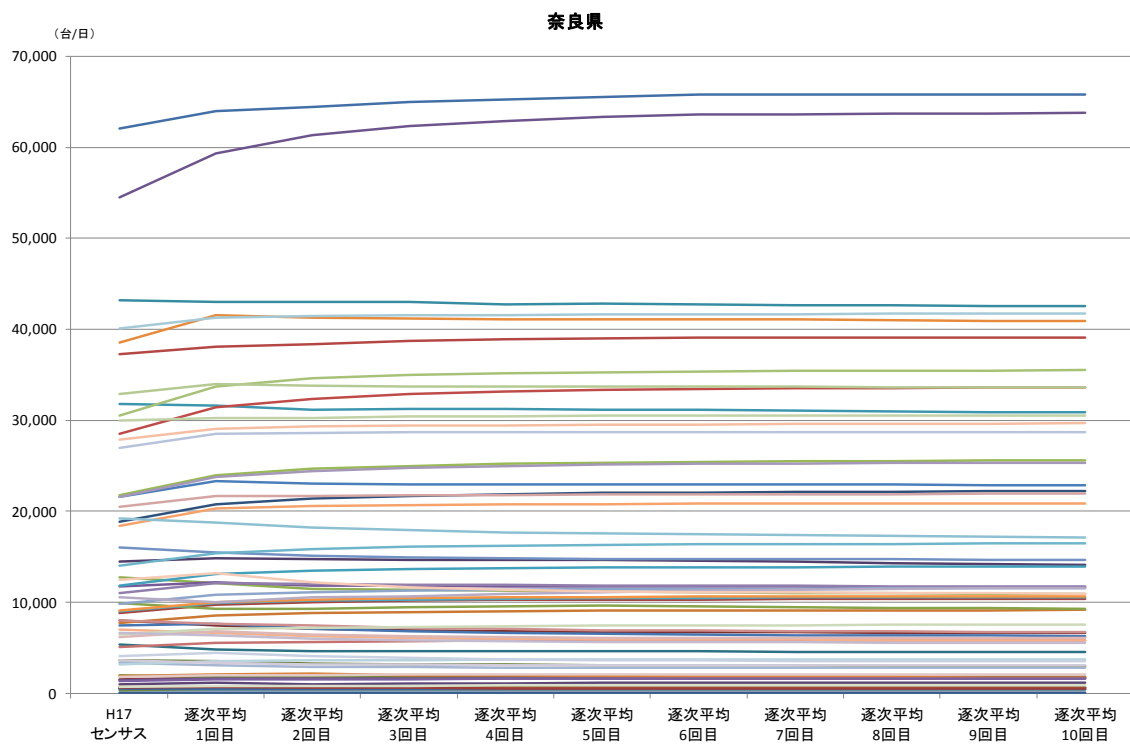


図 6-10 ゾーン別発生交通量の推定結果（奈良県）

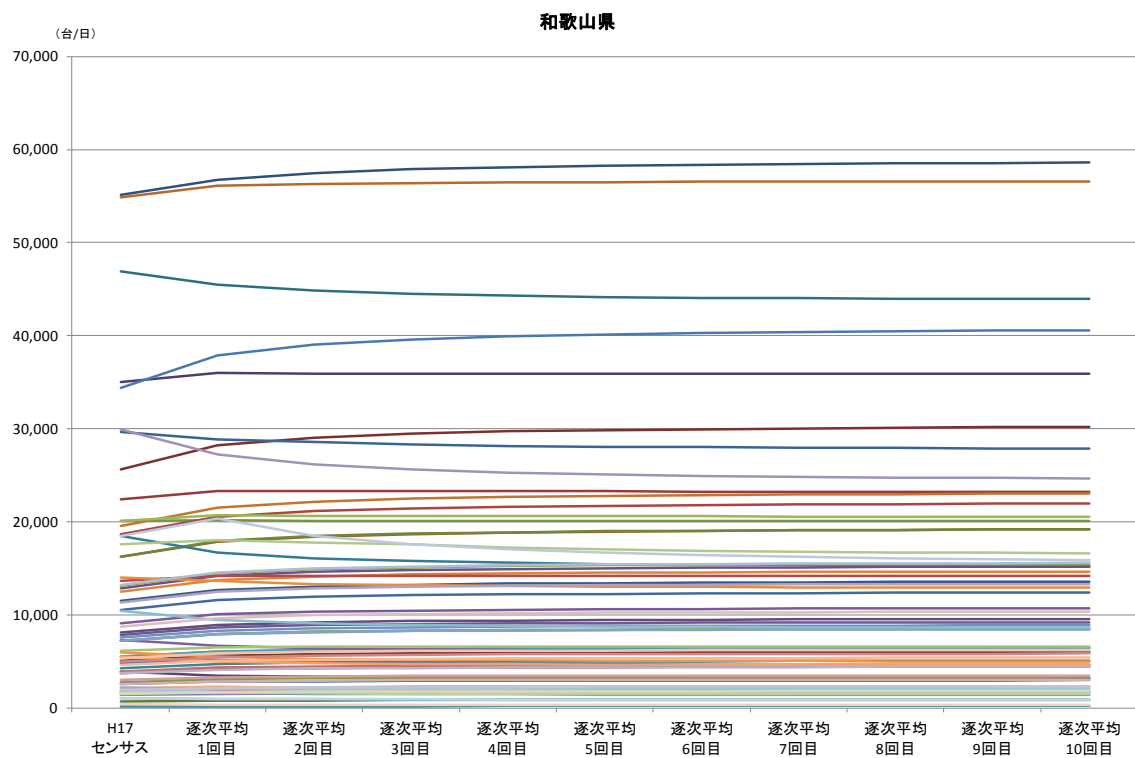


図 6-11 ゾーン別発生交通量の推定結果（和歌山県）

(3) 繰り返し計算回数について

各回の逐次平均導入後の結果（図 6-12）をみると、逐次平均の導入により繰り返し回数ごとに **RMS** 等の差が小さくなるっている。繰り返し回数ごとの **RMS**、**%RMS** の変動の幅を考えると、4 回目の繰り返し計算までは **RMS**、**%RMS** ともに約半分に減少しており、5 回目以降は、減少幅が小さくなっていると考えられる。このため、5 回を繰り返し回数とした。

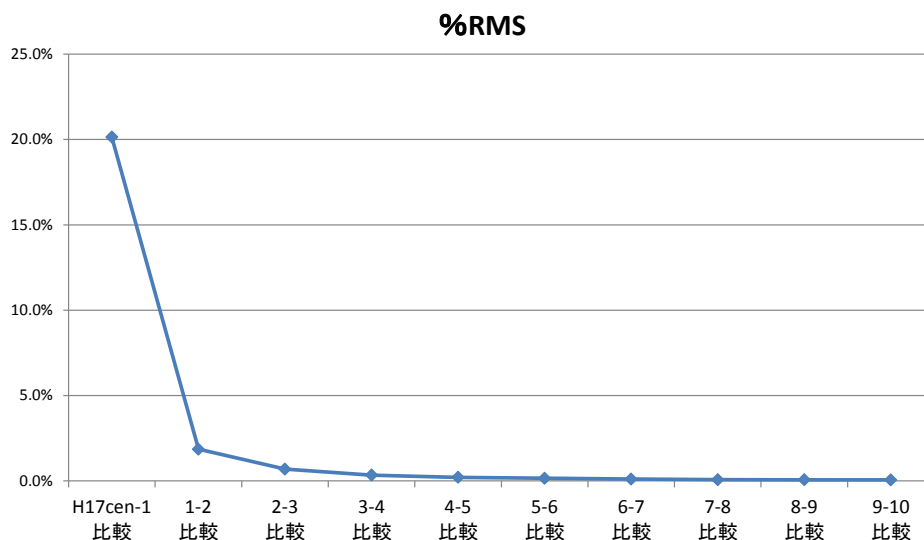


図 6-12 逐次平均導入後の**%RMS**の変化

※1-2 比較：1 回目と 2 回目の逆推定結果を比較

(4) 観測交通量の再現性と非観測区間の交通量の推定精度

OD 交通量逆推定手法の実施により、道路ネットワーク上の交通量が推定される。OD 逆推定手法により、交通量データを収集することも考えられることから、観測交通量の補正と推定区間の交通量の推定結果について、OD 交通量逆推定を適用せずに単純に交通量配分を行った場合の結果と OD 交通量逆推定を適用した結果（5 回の繰り返し計算結果）を比較した（図 6-13）。

観測区間、推定区間全体でみても、相関係数 0.909、RMS 誤差 7,958、**%RMS** 誤差 47.04%となった。本章で検討した OD 交通量逆推定手法を適用することで、観測交通量の再現性は向上するものの、そのまま交通量の推定手法として利用するには、交通量の推定精度が十分でないと考えられる。

OD 交通量逆推定手法については、ネットワーク条件、発集点の取り方など交通量配分手法の配分条件に、交通量の算定結果が左右される部分が多いことから、推定区間の交通量の推定手法として利用するためには、別途交通量配分手法の検討が必要とえられる。

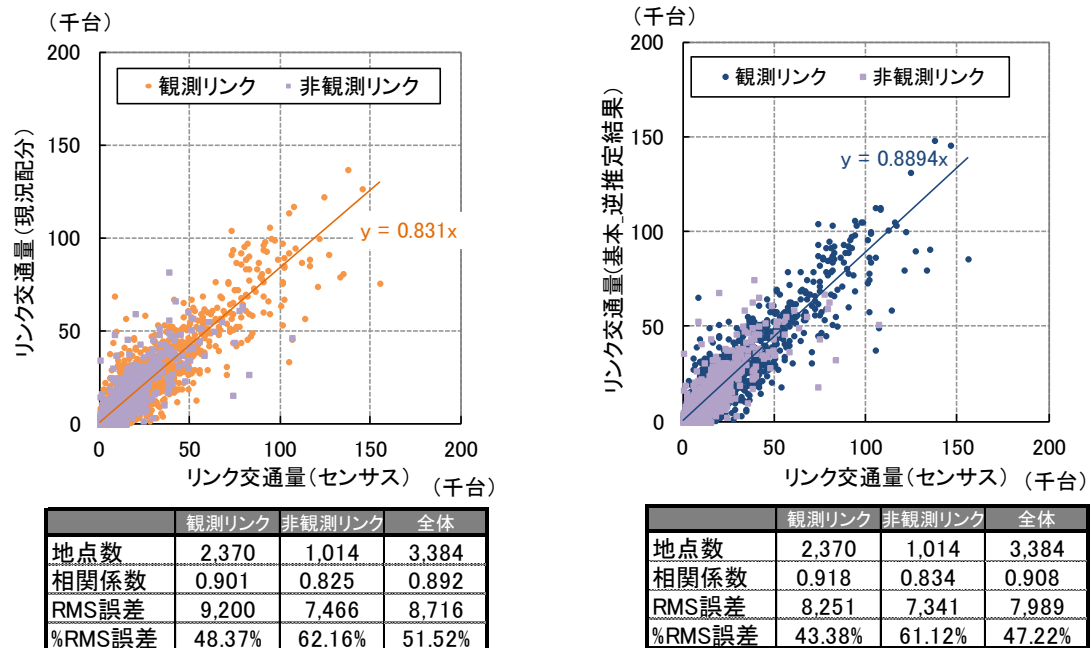


図 6-13 現況配分結果と OD 交通量逆推定の適用結果

6.4 OD 交通量逆推定手法の実施のために必要な交通量実測区間数の検討

OD 交通量逆推定手法を適用するために必要な交通量観測箇所の検討を行った。この際、前節の成果を踏まえ、繰り返し計算回数は 5 回とし、OD 交通量の精査に用いる交通量調査箇所を、表 6-1 の通り B ゾーン境界の区間 2,370 区間を観測する場合を基本パターンとしつつ、その他 4 パターン設定し、総発生交通量の補正状況と観測リンク交通量の再現性を比較した。総発生交通量の補正状況を図 6-14 に、観測リンク交通量の再現性を図 6-15～図 6-17 に示す。

総発生交通量の補正状況と観測リンク交通量の再現性ともにどのパターンも大きく変化することは無かった。OD 交通量の逆推定手法の実施においては、どのレベルのゾーンまで OD 交通量を作成しにいくか、その程度により観測区間を削減できると考えられる。例えば、地方ブロックレベルであれば交通量の観測区間は 232 箇所が良いこととなる。

表 6-1 検討パターン

検討パターン	観測リンク交通量の考え方	該当区間数
基本	Bゾーン境界すべてを観測	2,370
検討①	Bゾーン境界のうち交通量が最大の区間を観測	1,970
検討②	集約Bゾーン境界すべてを観測	1,429
検討③	府県境界すべてを観測	383
検討④	地方ブロック境界すべてを観測	232

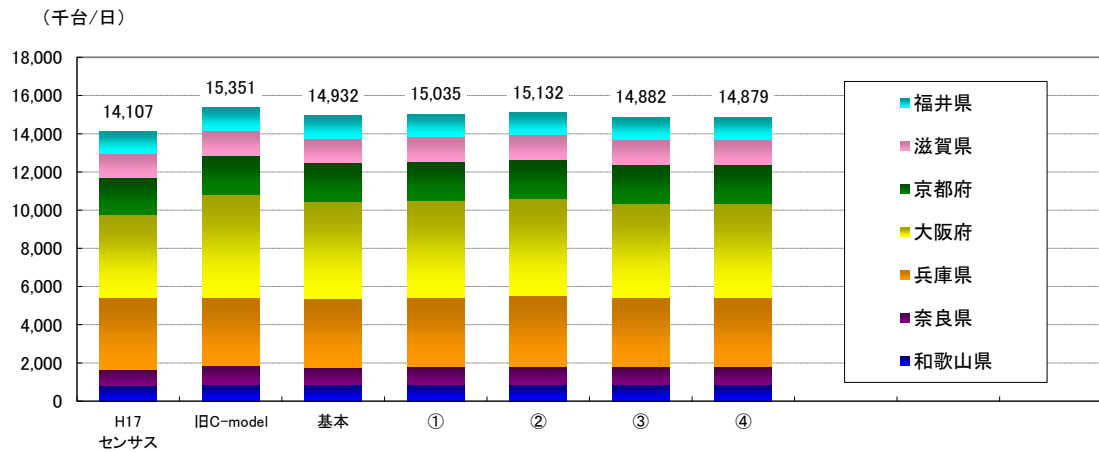
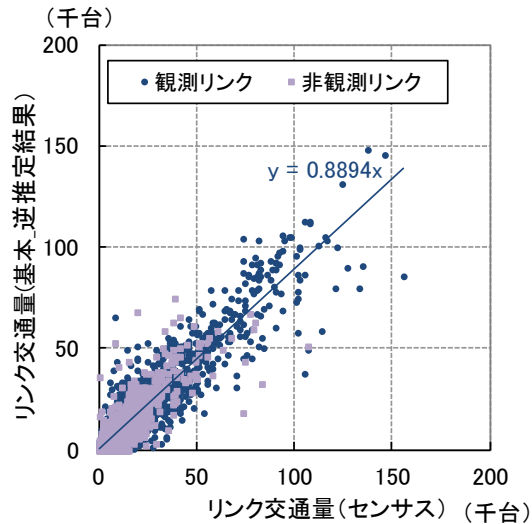


図 6-14 総発生交通量の精査結果

■基本ケース

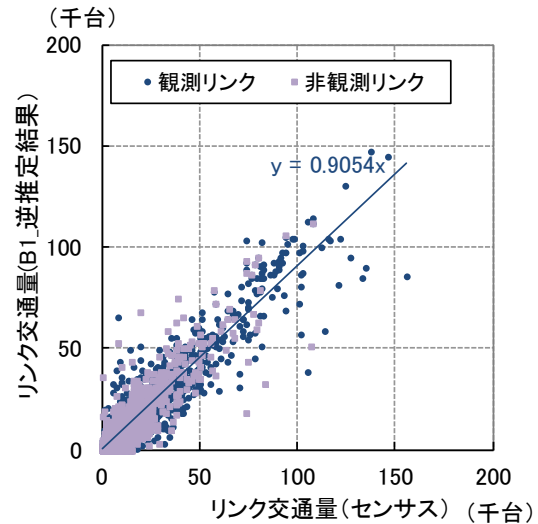
※逆推定結果は5回目逐次平均後



	観測リンク	非観測リンク	全体
地点数	2,370	1,014	3,384
相関係数	0.918	0.834	0.908
RMS誤差	8,251	7,341	7,989
%RMS誤差	43.38%	61.12%	47.22%

■①各Bゾーン境界で交通量が最大

※逆推定結果は5回目逐次平均後

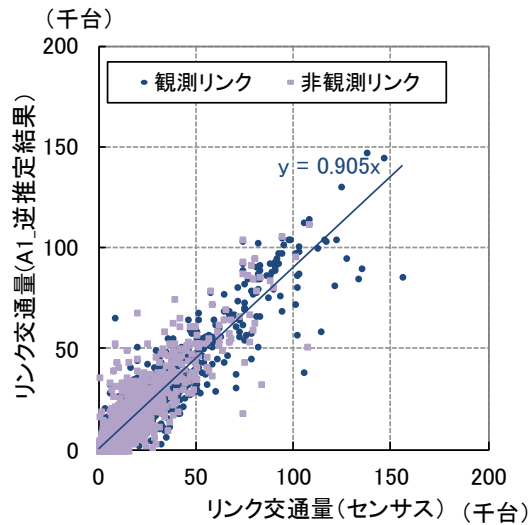


	入力地点	非入力地点	全体
地点数	1,970	1,414	3,384
相関係数	0.919	0.827	0.908
RMS誤差	8,630	6,968	7,978
%RMS誤差	40.98%	62.49%	47.15%

図 6-15 交通量の再現結果 (その 1)

■② 集約Bゾーン境界

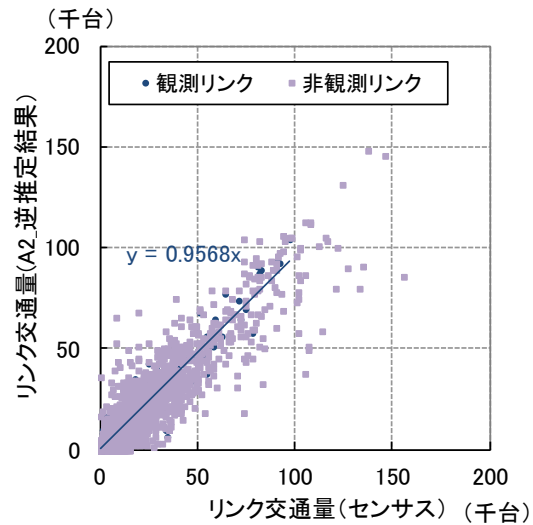
※逆推定結果は5回目逐次平均後



	観測リンク	非観測リンク	全体
地点数	1,429	1,955	3,384
相関係数	0.932	0.836	0.905
RMS誤差	8,517	7,791	8,105
%RMS誤差	39.84%	57.03%	47.91%

■③ 都道府県境界

※逆推定結果は5回目逐次平均後

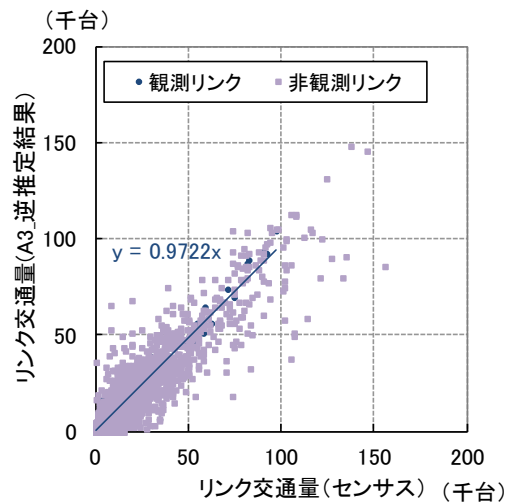


	観測リンク	非観測リンク	全体
地点数	383	3,001	3,384
相関係数	0.980	0.852	0.900
RMS誤差	6,238	8,544	8,315
%RMS誤差	22.65%	54.90%	49.15%

図 6-16 交通量の再現結果 (その 2)

■④ 地方ブロック境界

※逆推定結果は5回目逐次平均後



	観測リンク	非観測リンク	全体
地点数	232	3,152	3,384
相関係数	0.979	0.857	0.901
RMS誤差	6,911	8,383	8,291
%RMS誤差	18.08%	54.61%	49.00%

図 6-17 交通量の再現結果 (その 3)

6.5 本章のまとめ

本章では、交通重複率の算定場面を OD 交通量逆推定手法の適用場面と想定し、OD 交通量逆推定手法の構築を行った。実務適用に向け、筆者らが進めてきた既往研究の課題を解決した。

解決した課題とその対応、OD 交通量逆推定手法を利用した交通重複率の算定の有効性は以下の通りである。

(1)解決した課題とその対応

課題①への対応：残差項の重み

残差の比率について、誤差論の考え方から、観測リンク交通量と発生交通量の残差の重み残差項に重みを設定した。このとき、

- ・発生交通量の分散について

OD 交通量については「信頼度 95%で相対誤差率 20%以内の精度を確保」(H22 道路交通センサス OD 調査) と考え、 $2\sigma_{oi}=0.2 \ o_i$ から $\sigma_{oi}=0.1 \ o_i$ と設定した。

- ・観測リンク交通量の分散について

一般交通量については「車両感知器の精度には 5%が要求される」と考え、 $2\sigma_{li}=0.05 \ o_i$ から $\sigma_{li}=0.025 \ l_i$ と設定した。

課題②への対応：発生交通量（目的変数）の推定値の上下限值

「信頼度 95%で相対誤差率 20%以内の精度を確保」(H22 道路交通センサス OD 調査) の考え方をを用いて、上限値と下限値をともに 20%と設定した。

課題③への対応：発生交通量の収束計算手法

交通量配分（経路選択確率の算出）と OD 交通量逆推定の繰り返し計算は、逐次平均法の考え方に基づき算出行うものとした。

(2)OD 交通量逆推定手法を利用した交通重複率の算定の有効性

開発した OD 交通量逆推定手法により、道路交通センサス以外の期間においても OD データを推定することが可能となる。これにより、適時、交通重複率の算定が可能となり、新規道路の供用など道路交通状況に変化が発生した場合においても、車両感知器と推定区間との対応付けを更新することができる。

一方で、次の課題が残ると考えられる。

(1)OD 交通量逆推定手法の今後の課題

OD 交通量逆推定の実務への適用に向けて、手法面では、本研究の成果により主な課題は解決されたものといえる。これを踏まえ、今後検討すべき課題を整理する。

課題①：入力データの整備方法

道路交通センサスでは、主に、12 時間観測が行われている。当該地点における昼夜率が推 24 時間交通量に影響を与える可能性があり、結果として OD 交通量の精査結果にも影響を与える可能性がある。高い精度での 24 時間交通量データの収集が課題となる。なお、第 5 章の成果より、本研究において提案する手法により、高い精度で 24 時間交通量が収集できる可能性があることから、第 5 章の研究成果を適用して得られた交通量データを用いた OD 交通量逆推定手法の実施と精度検証が課題と考えられる。

課題②：OD 交通量逆推定手法の適用場面

本章においては、交通重複率の算定場面を OD 交通量逆推定手法の適用場面と想定した。今後、実務へ適用する場合には、OD 調査の調査設計に併せたモデルのチューニング、出力値（OD 交通量逆推定値）の扱い等に関する検討も必要である。

第 6 章の参考文献

- 1) 飯田恭敬:発生交通量のみを変量とした実測交通量による交通需要推計法, 土木学会論文報告集 第 283 号 pp.95-104, 1979.3
- 2) 飯田恭敬, 高山純一, 水口玲二:発生交通量のみを変量としたリンク交通量による各種交通需要推計モデルの特性比較分析, 土木計画学研究・論文集 No.3 pp.145-152, 1986.1
- 3) 井上博司:スクリーンライン調査による OD 調査の精度の検定および OD 表の修正法, 交通工学 vol.12 no.6, 1977
- 4) 飯田恭敬:実測路上交通量を用いた部分道路網の結合による道路網交通需要推計法, 交通工学 vol.13 no.2 PP.3-14、1987
- 5) 飯田恭敬:交通計画のための新パラダイム-交通ネットワーク信頼性と OD 交通量逆推定, 技術書院, 2008.
- 6) 南部浩之, 松本俊輔, 上坂克巳, 前川友宏, 倉内文孝, 飯田恭敬:仮想ネットワークにおける OD 交通量逆推定モデルの基本性能検証, 第 39 回土木計画学研究発表会, 2009.
- 7) 上坂克巳, 橋本浩良, 松本俊輔, 前川友宏, 倉内文孝, 飯田恭敬:OD 交通量逆推定手法の道路交通センサスへの適用に関するケーススタディ, 土木計画学研究・講演集 Vol.40 CD-ROM
- 8) 古川誠, 橋本浩良, 上坂克巳:OD交通量逆推定手法の大規模ネットワークへの適用に関するケーススタディ, 土木計画学研究・講演集 Vol.41 CD-ROM

第 7 章 幹線道路の交通量データの収集方法

第7章 幹線道路の交通量データの収集方法

7.1 本章の目的

第6章までの成果を踏まえ、提案手法の道路交通センサス交通量調査への適用性の検討、道路交通センサスにおける観測箇所の考え方などの検討を踏まえ、今後の道路交通センサス交通量調査方法の提案を行う。具体的には、第5章で構築した手法を道路交通センサスへ適用し、適用性の検討を行うとともに、道路交通センサスにおける観測箇所の考え方などの検討を行う。その結果を踏まえ、今後の道路交通センサス交通量調査方法として整理・提案する。

7.2 道路交通センサスへの適用性の検討

本節では、第5章で提案した「常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法」の道路交通センサス交通量調査への適用を仮定し、車両感知器の交通量データと平成11年道路交通センサスデータを利用して平成17年道路交通センサス交通量データの推定を行い、その精度の確認を実施した後、車両感知器以外に、実測箇所を増やすことで、どの程度精度が向上するのかを検討する。

7.2.1 平成17年道路交通センサス交通量データの試算

(1) 昼間12時間断面交通量の推定とその精度検証

第5章で提案した「常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法」の道路交通センサス交通量調査への適用を仮定し、車両感知器の交通量データと平成11年道路交通センサスデータを利用して平成17年道路交通センサス交通量データの推定を行った。具体的には、近畿地方において、平成11年道路交通センサスと平成17年道路交通センサスの両方で交通量が実測された区間を対象に、平成17年道路交通センサス交通量を推定し、実測値と比較することにより、その有効性を確認した。なお、5章でも述べた通り、平成17年の常時観測データが入手できなかったことから、車両感知器における平成11年、平成17年の道路交通センサス結果を常時観測データと仮定して、交通量推定を実施した。

図7-1は、平成11年度道路交通センサスと平成17年度道路交通センサスの両方で交通量が実測された区間2,672区間を対象に、平成17年道路交通センサスにおける昼間12時間断面交通量と24時間断面交通量の推定を行い、横軸に実測値、縦軸に推定値をプロットしたものである。

昼間12時間断面交通量の%RMSが27%、24時間断面交通量の%RMSが28%となった。特に、平成17年度道路交通センサス実測値が20,000～40,000台の区間におい

て、推定値が 40,000～70,000 程度で推定されている区間が見られた。これら区間は、同一の車両感知器が基準常時観測点として設定されていた。当該基準常時観測点の道路区間は平成 11 年当時 2 車線道路であったが、平成 17 年には 4 車線道路となり、昼間 12 時間断面交通量が約 15,000 台から約 33,000 台と 2 倍以上に増加していた。前述の通り今回試算における交通重複率の算定は、平成 21 年時点の道路ネットワーク、平成 17 年道路交通センサス時 OD 交通量データを用いて算定しており、平成 11 年から 17 年の間での交通状況の変化に対応できていなかったことが、大きな推定誤差を生じさせた原因と考えられる。このように、道路の拡幅事業などで交通状況に大きな変化が発生した場合は、推定区間と基準常時観測点の対応を見直しする必要がある。また、推定区間と基準常時観測点との対応を見直しする場合には、既存の交通量調査がいつ実施されたかを確認し、前回調査以降に交通状況に大きな変化が発生していないかを確認することが必要である。

本研究で提案する手法は、既往研究¹²⁾と同様に、車両感知器と推定区間との関係式（本研究での提案手法では、交通量の比が該当する。）が変わらないとの仮定をおいているため、新たな道路整備等による交通流の変化に対応できなかったと考えられる。また、本研究で提案する手法が、既往研究¹²⁾と異なる点として、車両感知器と推定区間との関係が交通量の比という簡易な係数で設定されているため、新たな道路整備等による交通流の変化に併せ、基準常時観測点の見直し、推定区間の観測交通量の再計測などにより、交通量の比を簡便に見直すことが可能という長所を有している。実際にこれら区間について、交通重複率が推定できなかったとみなし、基準常時観測点の交通量データとして県全体の車両感知器の平均値を採用する見直しを行ったところ、昼間 12 時間断面交通量の %RMS が 27% から 20% に向上した（図 7-2）。今回の様に、新たな道路整備による交通流の変化に対応した基準常時観測点の見直しは、定期的の実施されるべきである。例えば、第 6 章で構築した OD 交通量逆推定手法を用いて、定期的に交通重複率を推定することで、新たな道路事業の実施による交通流の変化を容易に確認できると考えられる。

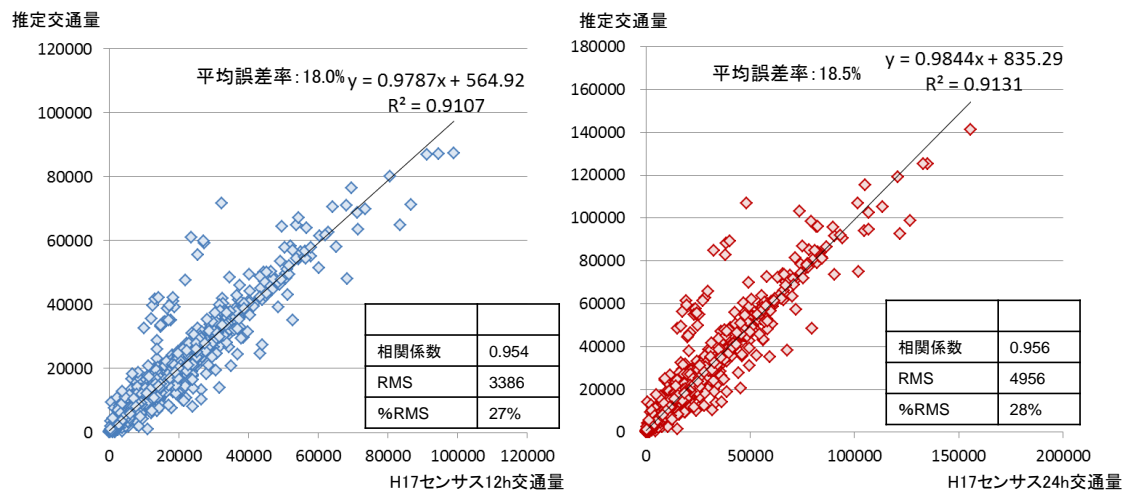


図 7-1 平成 17 年度道路交通センサスの推定精度（近畿地方）

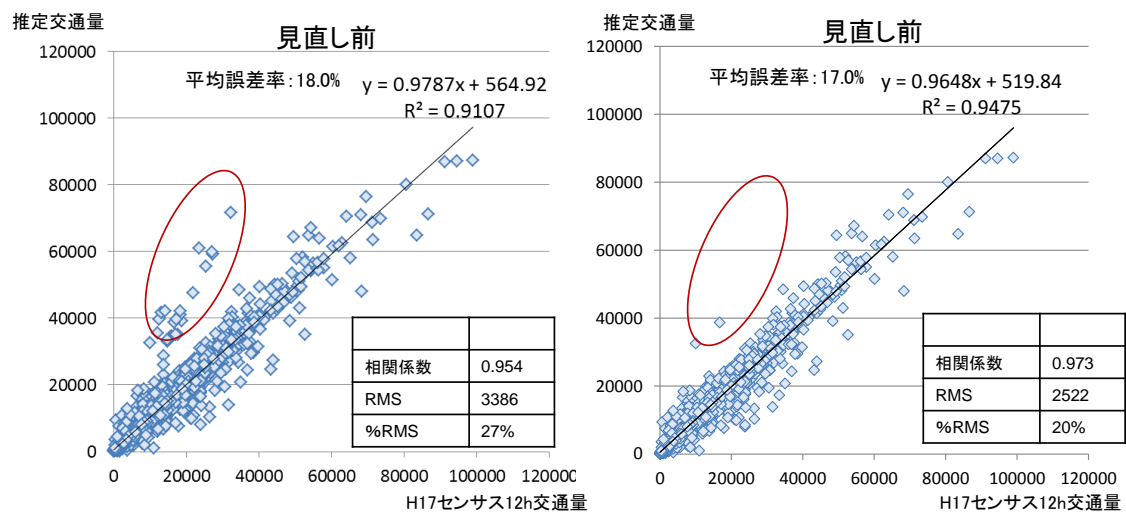


図 7-2 平成 17 年度道路交通センサスの推定精度（近畿地方）見直し前後

次に、図 7-2 の散布図について、直轄国道の区間を対象に府県別に分割することで、車両感知器の密度と、交通量の推定誤差について考察する。

表 7-1 に推定に用いた車両感知器の設置区間数、検証に利用した区間数と RMS 誤差、%RMS 誤差を府県別に示す。奈良県の誤差がもっとも大きい。滋賀県、奈良県の車両感知器設置区間については、平成 11 年から平成 17 年にかけて、道路事業の実施により交通量が大きく変化している区間が存在したことも、今回の誤差の影響の一つと考えられる。交通状況の変化に対応していくことが課題といえる。

表 7-1 昼間 12 時間交通量の推定精度一覧（近畿地方直轄国道）

府県	車両感知器 設置区間数	検証区間数	実測値の 平均	RMS 誤差	%RMS 誤差
福井県	2	33	16481	1903	11.5
滋賀県	12	24	14530	3099	21.3
京都府	8	75	22713	4358	19.2
大阪府	4	67	27525	2599	9.4
兵庫県	7	81	25477	5565	21.8
奈良県	3	30	20169	5425	26.9
和歌山県	4	45	17481	2836	16.2
計	40	355	22241	4104	18.5

また、今回の推定にあたり、推定区間と基準常時観測点の対応付けは、平成 21 年時点の道路ネットワーク、平成 17 年道路交通センサス時 OD 交通量データを用いて推定した交通重複率を参考に、任意の推定区間に対して交通重複率が 20%以上の車両感知器を基準常時観測点として設定し、交通重複率を用いて基準常時観測点が設定できなかった区間については、府県全体の車両感知器の平均を用いた。交通重複率により、基準常時観測点を設定できた区間は、2,672 区間中 376 区間に過ぎなかった。図 7-3 は、基準常時観測点の設定にあたり交通重複率を用いて設定した区間とそうでない区間とに分けて、横軸に誤差率の絶対値を縦軸に区間数の割合をとり、昼間 12 時間断面交通量の推定精度を比較したものである。この図より、交通重複率を用いて基準常時観測点の設定を行う場合、高い精度での推定が期待できるものの、前述のように道路事業による交通流の変化に対応できていない場合に大きな誤差が発生する。一方で、交通重複率を用いない場合の最頻値は、交通重複率を用いる場合に比べ、推定誤差の分布が広がることがわかった。

交通重複率を用いることで、高い推定精度が期待できるものの、車両感知器の設置状況により、多くの区間での設定が望めない。このため、車両感知器の増設や新たな観測箇所の追加が望まれる。

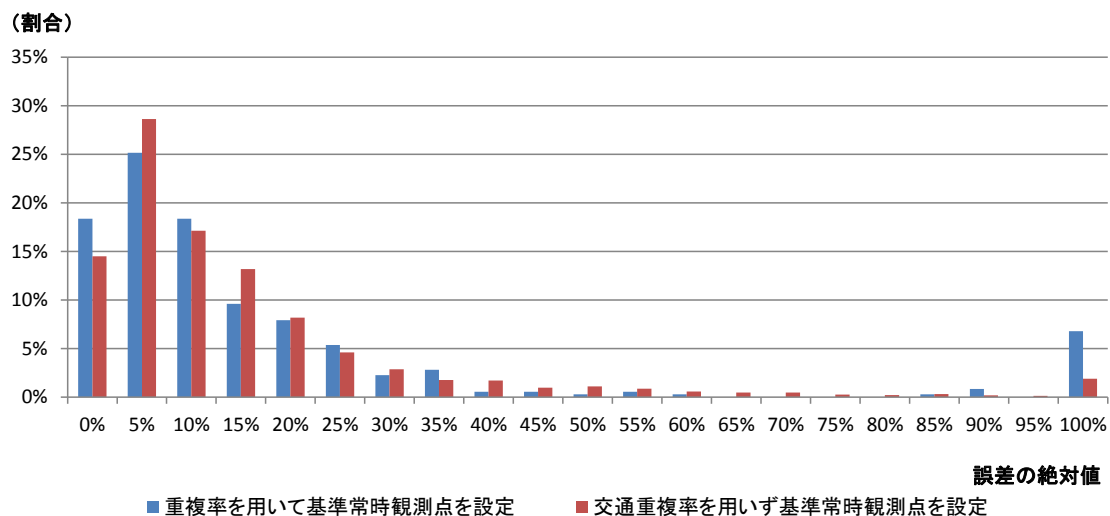


図 7-3 基準常時観測点の設定方法の違いによる推定誤差の分布

(2) 昼間 12 時間の時間別方向別車種別交通量の推定精度の検証

1) で推定された昼間 12 時間交通量に、推定対象区間の平成 11 年度道路交通センサス結果から得られる方向別車種別時間係数を乗じて、昼間 12 時間の時間別方向別車種別交通量の推定を行った。その結果を図 7-4 図 7-5 に示す。この結果、小型車は 25% 程度、大型車は 40% 程度の %RMS 誤差となった。

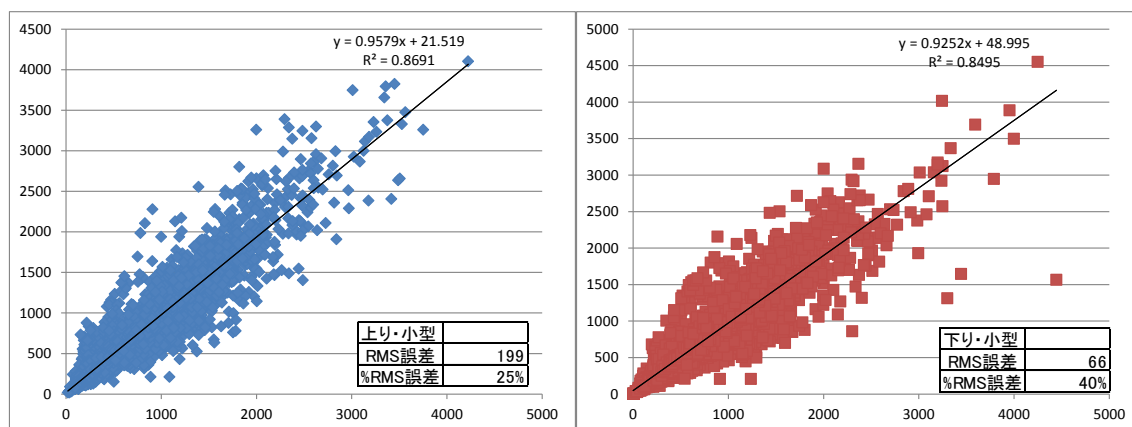


図 7-4 平成 17 道路交通センサス時間別方向別車種別交通量の推定精度 (小型車)

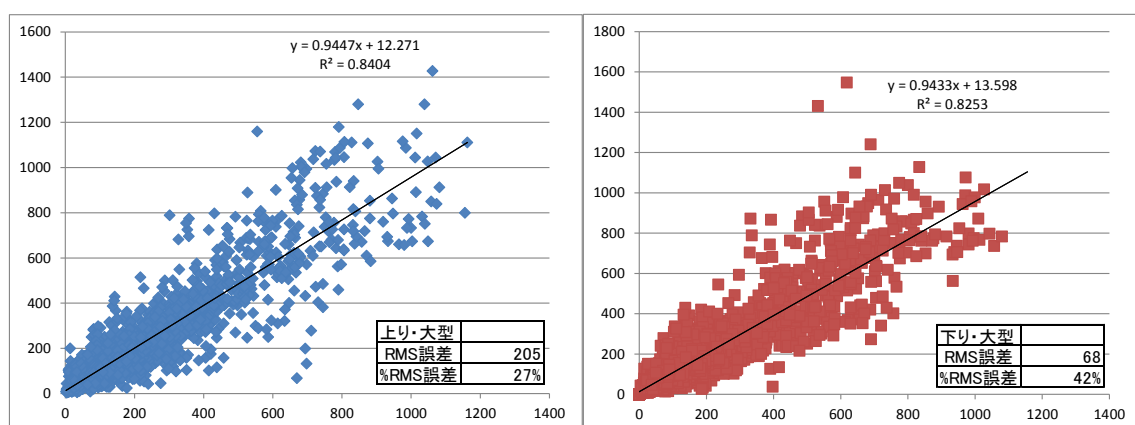


図 7-5 平成 17 道路交通センサス時間別方向別車種別交通量の推定精度（大型車）

平成 11 年と 17 年とで、時間係数、昼夜率に大きな差が生じると、昼間 12 時間の時間別方向別車種別交通量や 24 時間断面交通量の推定精度に大きな誤差を発生させるため、平成 11 年から 17 年までの長期における時間係数、昼夜率の変化を確認する。

道路交通センサス実施間隔で交通状況の変化を確認する観点から、時間係数、昼夜率が平成 11 年度道路交通センサスから平成 17 年度道路交通センサスまでの間、どの程度変化しているか確認した。

【確認方法】

時間係数、断面昼夜率の 6 年での変化について、大阪府内の国道 1 号の道路交通センサス調査区間の平成 11 年値と平成 17 年値を比較することで行った。

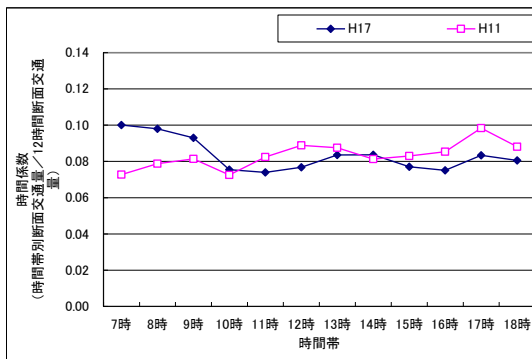
表 7-2 検証に用いたデータの概要

項目	内容
データ出典	道路交通センサス（平成 11 年度、平成 17 年度）
調査区間	国道 1 号：大阪府 11 区間
データ単位	昼間 12 時間帯の自動車類時間帯別断面交通量

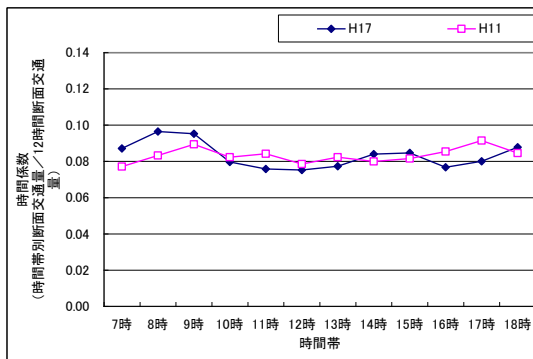
【確認結果】

平成 11 年から平成 17 年にかけて、時間係数、断面昼夜率の変化が大きい区間が一部みられるものの、概ね同程度の数値となっていた。このことから、道路交通センサス実施年度間隔で、常時観測データを用いた推定区間の交通量推定方法を適用することは可能と考えられる。ただし、交通状況は、新規道路の供用や拡幅事業などの道路事業の実施により変化することから、提案する手法の適用前には、第 6 章で提案した OD 交通量逆推定手法を用いた交通重複率の推定・確認を行うなど、交通流の経年的な変化を確認しておくことが必要と考えられる。

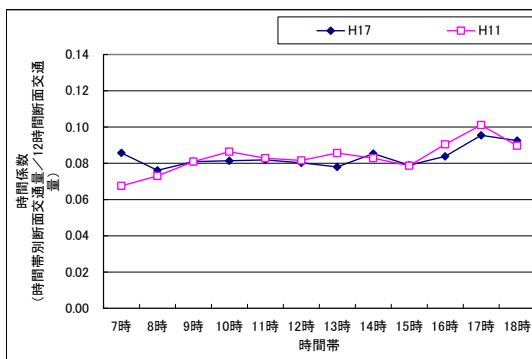
27001001



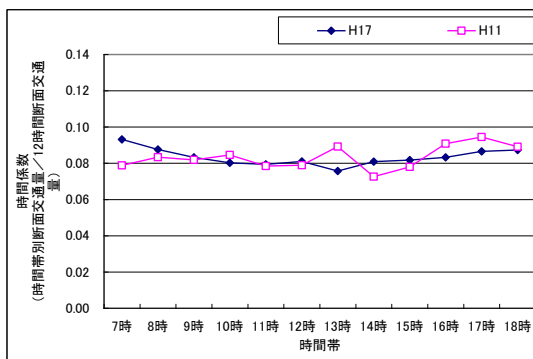
27001002



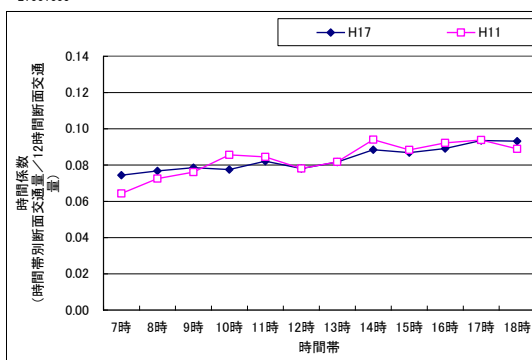
27001003



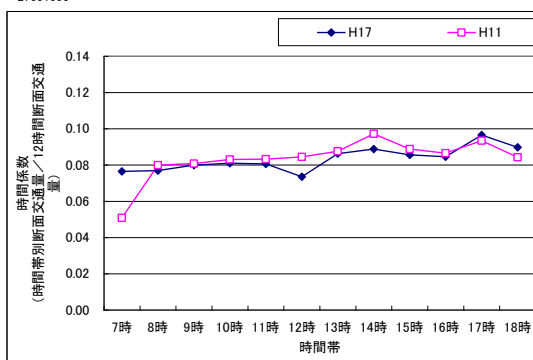
27001004



27001005



27001006



27001007

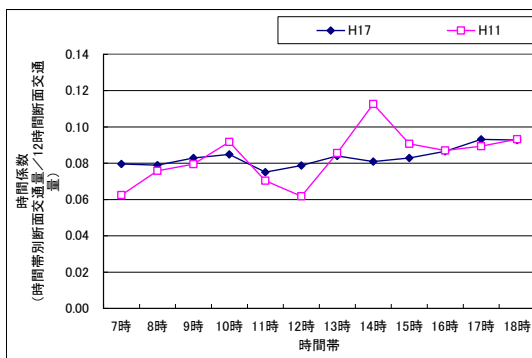


図 7-6 国道 1 号（大阪府内）センサス区間の時間係数の H11・H17 比較（その 1）

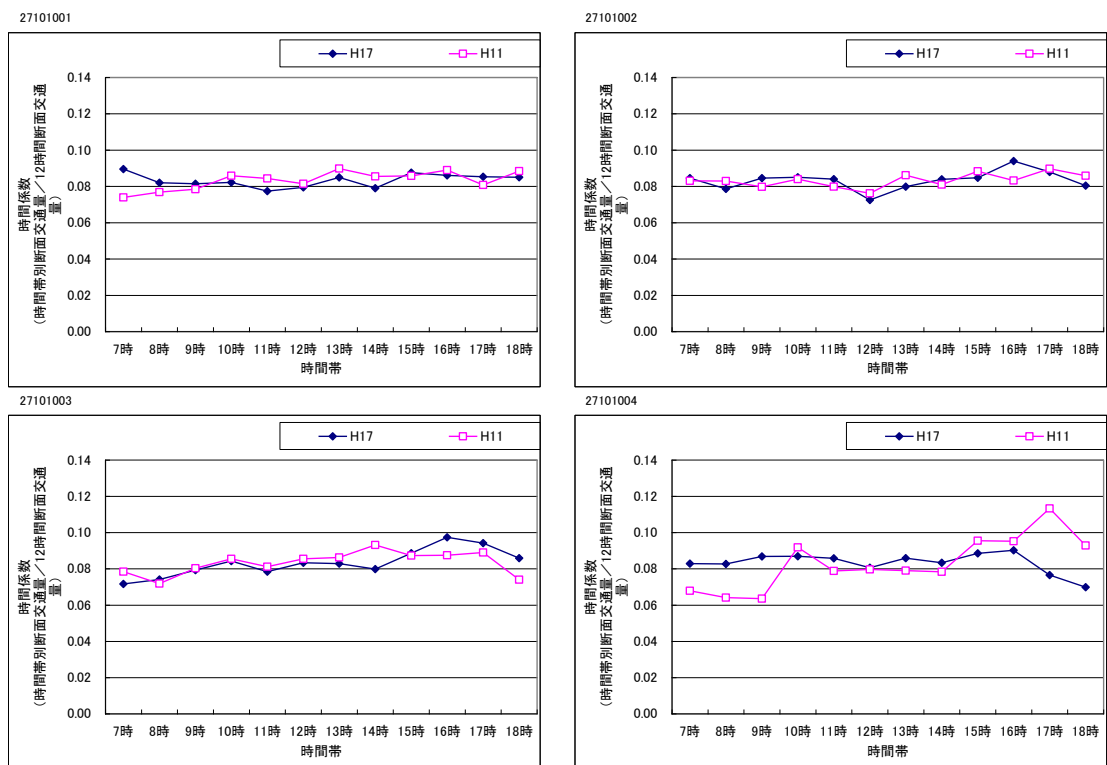


図 7-7 国道 1 号（大阪府内）センサス区間の時間係数の H11・H17 比較（その 2）

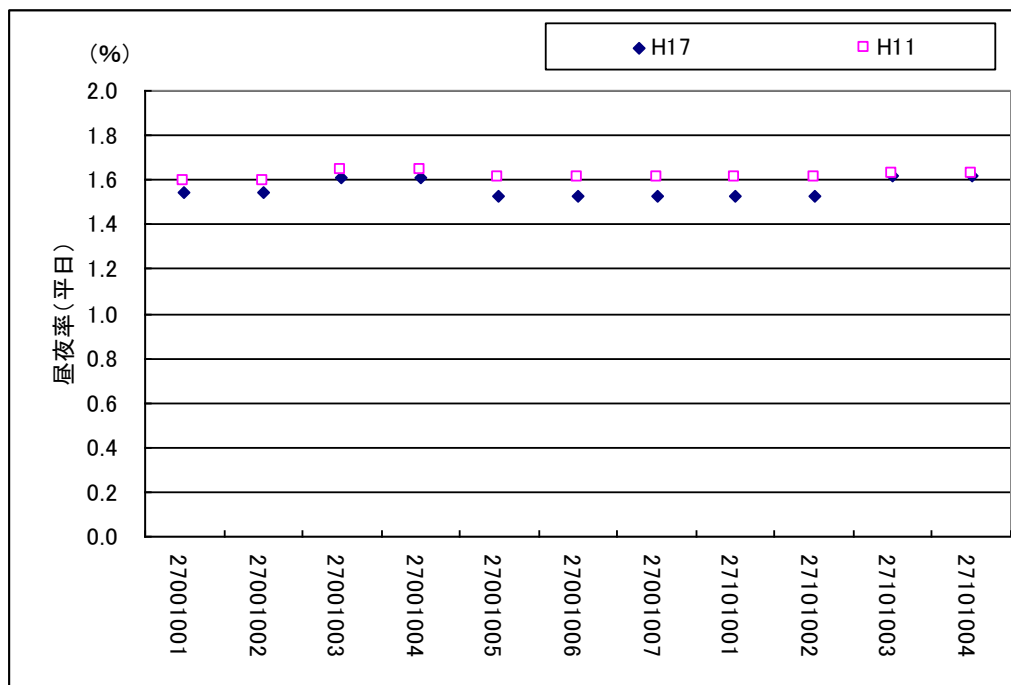


図 7-8 国道 1 号（大阪府内）センサス区間の断面昼夜率の H11・H17 比較

7.3 常時観測データに加え交通量の実測が必要な区間数の検討

本項では、常時観測データに加え交通量の実測が必要な交通量実測区間数の検討を行う。具体的には、大阪府内の平成 11 年度、17 年度道路交通センサスとともに交通量が実測された区間を対象として、次の 2 つの方法を試みた。

(1)交通量観測箇所をランダムに変更する方法

大阪府内の直轄国道のうち、平成 11 年度、平成 17 年度道路交通センサスとともに交通量が実測された区間 71 区間から 1 区間ずつ観測区間から推定区間に変更し、各推定区間の昼間 12 時間断面交通量を推定する。これを観測区間が車両感知器の 4 区間になるまで実施した。この作業を、観測区間から推定区間に変更する順番をランダムに変えて、20 ケース計算した。この際、推定区間の昼間 12 時間断面交通量は、観測区間の中で交通重複率が 20%以上の区間を基準常時観測点と仮定して計算した。重複率 20%以上の区間がない場合は、推定不能とした。観測区間数の割合と誤差率 5%以下で推定できる区間数割合の関係を図 7-9 に、誤差率 10%以下で推定できる区間数割合の関係を図 7-10 に、観測区間数の割合と 12 時間交通量の %RMS 誤差の関係を図 7-11 に、交通重複率 20%以下になり交通量算定が不能となる区間の割合の関係を図 7-12 に示す。

この結果より、車両感知器設置区間 4 箇所だけでは、誤差率 10%以内で推定できる区間の割合が 20%程度であるものの、交通量観測区間割合 60%程度で、推定不能区間は無くなることが分かった。このとき、誤差率 10%以下で推定できる区間の割合は、90%になる。このときの %RMS 誤差は 10%程度であることが分かった。交通量観測区間割合 60%ということは、第 2 章で示した平成 22 年道路交通センサスにおける観測箇所割合と同程度となるため、今後の交通量調査の実施にあたり、大きな箇所削減にはならないと考えられる。

なお、図 7-11 において、最初の 1 区間を観測区間から推定区間に変更した段階で %RMS が非常に高くなるサンプルが存在している。これは、平成 11 年から平成 17 年の間に大きく交通状況が変化した区間がランダムサンプリングにより選ばれたものと考えられる。

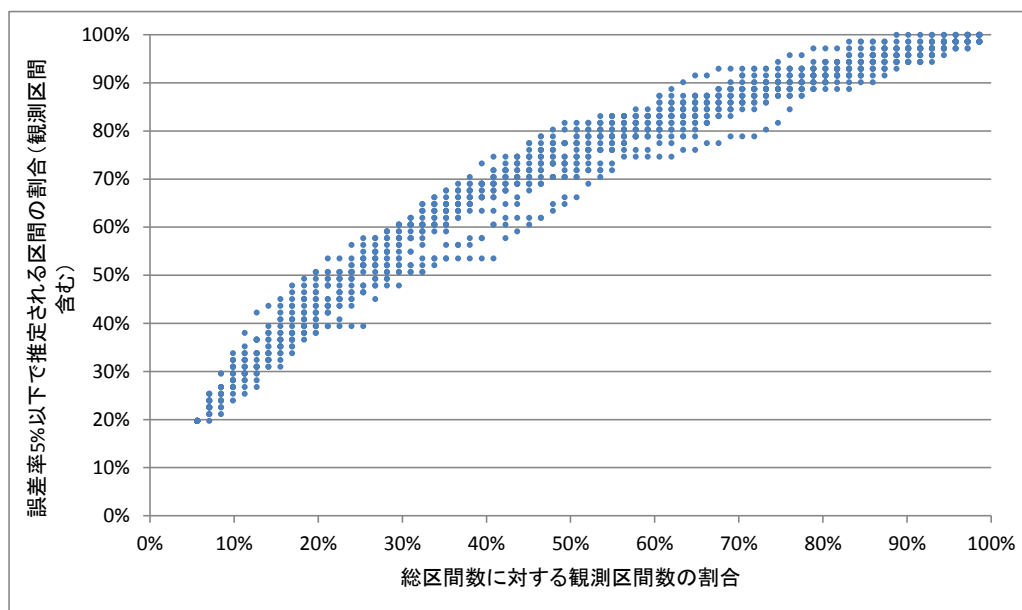


図 7-9 観測区間数の割合と誤差率 5%以下で推定できる区間数割合

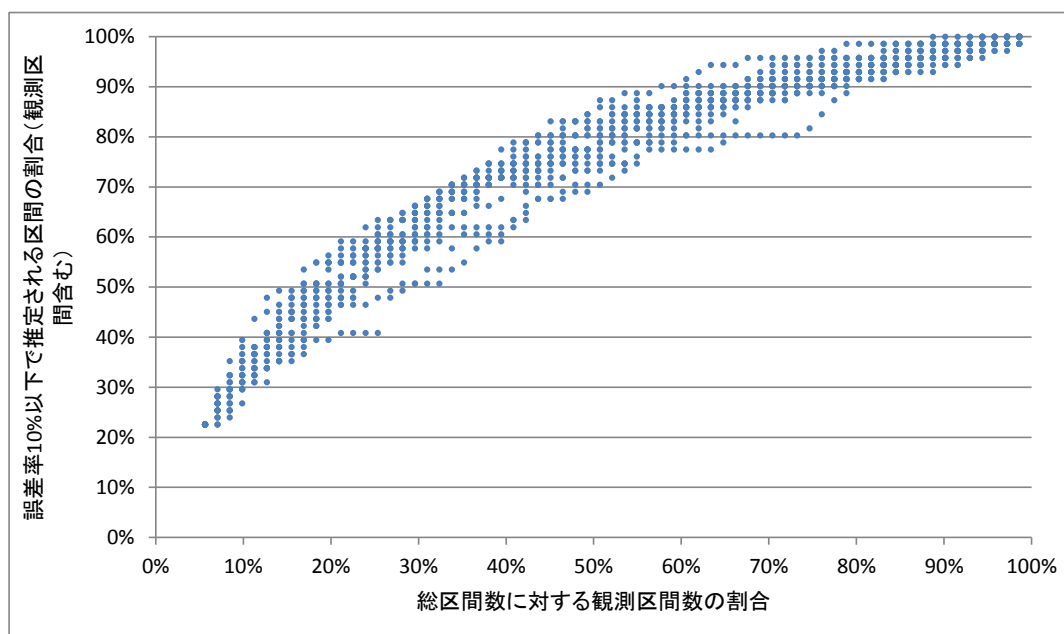


図 7-10 観測区間数の割合と誤差率 10%以下で推定できる区間数割合

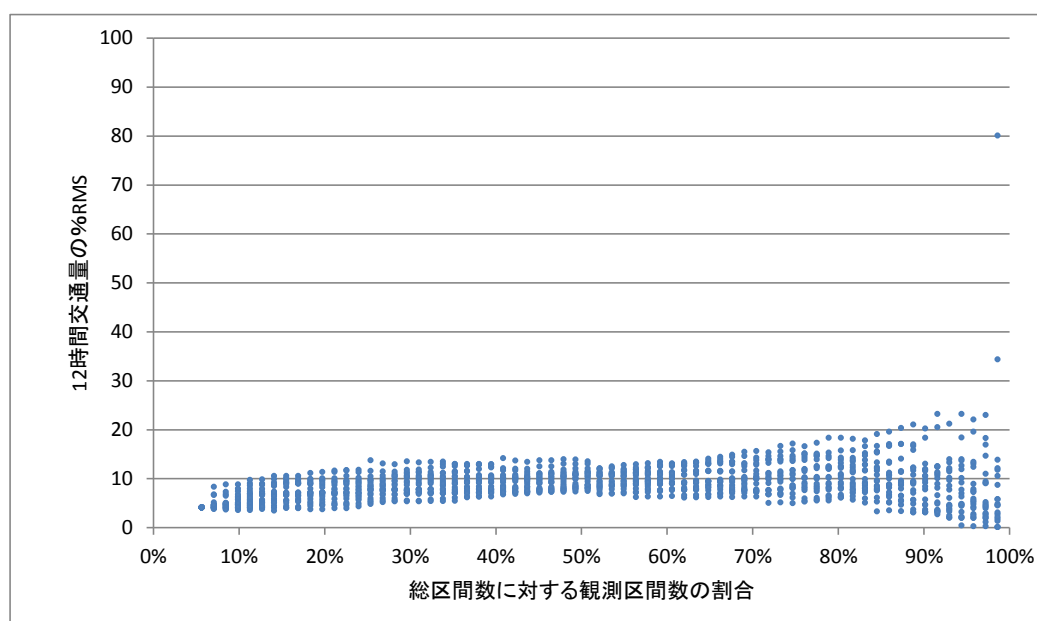


図 7-11 観測区間数の割合と 12 時間交通量の %RMS 誤差の関係

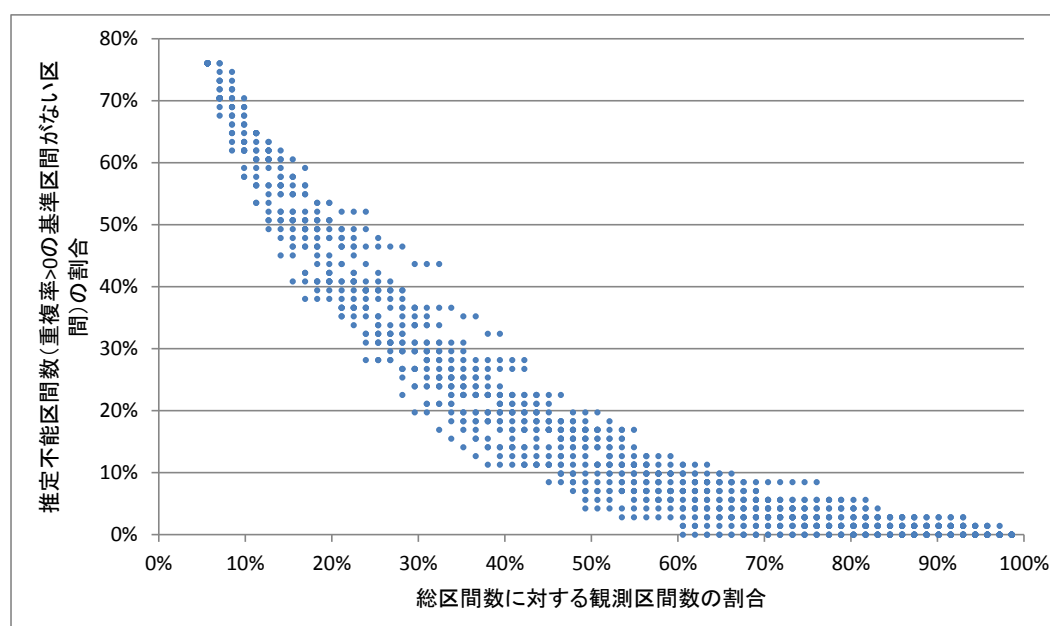


図 7-12 観測区間数の割合と交通重複率が 0 となる区間の割合

(2)線形計画問題により最適な箇所数を算定する方法

第 3 章で整理した交通量の変動の空間的な類似性の考え方を利用し、交通重複率と観測地点配置について、全ての推定区間について、重複率が一定値以上の観測区間が少なくとも 1 箇所以上存在するための、観測区間の配置の方法（最も観測値点数を少なくする方法）を線形計画問題として設定し、検討した。

具体的には、

目的変数 (式 7-1)

$$x_1 + x_2 + \dots + x_j + \dots + x_n \rightarrow \text{MIN}$$

ここで、

x_j : 基準区間 j が観測されている場合 1, 非観測の場合 0 (未知数)

d_{ij} : 推定区間 i の基準区間 j との重複率

p_{ij} : d_{ij} が一定値以上の場合 1, 未満の場合 0

y_i : 推定区間 i における、重複率が一定値以上の基準区間数

とすると、 y_j は次の式で表現される

$$\begin{aligned} y_j &= p_{11}x_1 + p_{12}x_2 + \dots + p_{1j}x_j + \dots + p_{1n}x_n \\ y_j &= p_{21}x_1 + p_{22}x_2 + \dots + p_{2j}x_j + \dots + p_{2n}x_n \\ &\vdots \\ &\vdots \end{aligned} \quad (\text{式 7-2})$$

$$y_n = p_{n1}x_1 + p_{n2}x_2 + \dots + p_{nj}x_j + \dots + p_{nn}x_n$$

この時、

制約条件

$$\begin{aligned} y_j &= p_{11}x_1 + p_{12}x_2 + \dots + p_{1j}x_j + \dots + p_{1n}x_n \geq 1 \\ y_j &= p_{21}x_1 + p_{22}x_2 + \dots + p_{2j}x_j + \dots + p_{2n}x_n \geq 1 \\ &\vdots \\ &\vdots \\ y_n &= p_{n1}x_1 + p_{n2}x_2 + \dots + p_{nj}x_j + \dots + p_{nn}x_n \geq 1 \quad (\text{但し, } x_j = 0 \text{ or } 1) \end{aligned} \quad (\text{式 7-3})$$

となる式 7-1 の解を算定した。

大阪府内の直轄国道のうち、平成 11 年度、平成 17 年度道路交通センサスとともに交通量が実測された区間 71 区間を対象とした場合の算定結果は表 7-3 の通りとなった。第 3 章で設定したとおり、交通重複率 20%を閾値として考えた場合、大阪府では、現状の 4 箇所に加え 22 箇所の車両感知器の設置、又は交通量調査が必要となった。また、表中の総区間数に対する観測区間数の割合に従い、(1)同様に精度確認を行った。観測区間数の割合と誤差率 5%以下又は 10%以下で推定できる区間数割合の関係を図 7-13 に、観測区間数の割合と 12 時間交通量の %RMS 誤差の関係を図 7-14 に示す。交通量推定が不能となる区間はゼロになる。

また、交通重複率 20%以上を満たす最適解（観測区間割合 30%）を考えると、観測区間数 22 箇所（うち 4 箇所は車両感知器）で、誤差率 5%以内で推定できる割合が 80%弱、10%以内で推定できる区間の割合が 90%弱であることが分かった。このときの %RMS 誤差は 10%程度であることが分かった。大阪府の直轄国道に限定した結果であるものの、この線形計画問題の考え方を利用することにより、交通量の観測箇所を効率化できるといえる。

表 7-3 線形計画問題の解

交通 重複率	観測 区間数	観測 区間数 割合	うち 車両感知 器数	うち 個別観測 区間数
0%超	6	8%	4	2
5%超	13	18%	4	9
10%超	18	25%	4	14
20%超	22	31%	4	18
30%超	31	44%	4	27
40%超	36	51%	4	32
50%超	43	61%	4	39
60%超	52	73%	4	48
70%超	59	83%	4	55
80%超	63	89%	4	59
90%超	67	94%	4	63
100%	69	97%	4	65

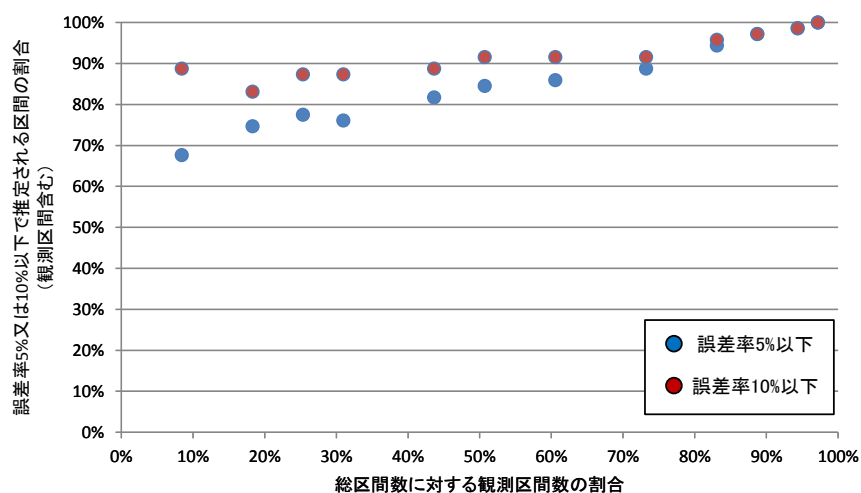


図 7-13 観測区間数の割合と誤差 5%以下または 10%以下で推定できる割合

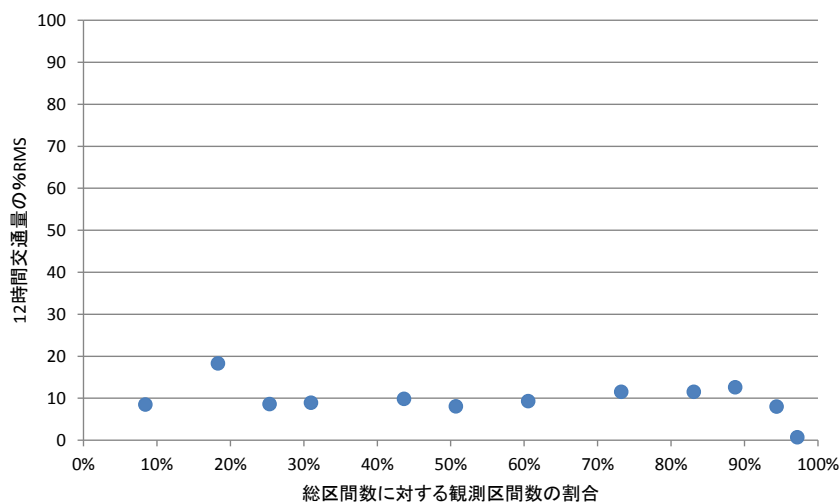


図 7-14 観測区間数の割合と 12 時間交通量の %RMS 誤差の関係

次に、大阪府内の幹線道路のうち、平成 11 年度、平成 17 年度道路交通センサスとともに交通量が実測された区間 538 区間を対象とした大阪府全域を対象として線形計画問題を解いた結果が表 7-4、図 7-17 に示す。交通重複率 20%以上となる最適解は、170 箇所（うち 4 箇所は車両感知器）で全区間の 32%となった。このとき、誤差 5%で推定できる区間数割合は約 60%、誤差 10%で推定できる区間数割合は約 75%となった。

表 7-4 大阪府全域を対象とした線形計画問題の解（その 1）

交通重複率	観測区間数	観測区間数割合	うち車両感知器数	うち個別観測区間数
0%超	28	5%	4	24
5%超	68	13%	4	64
10%超	99	18%	4	95
20%超	170	32%	4	166
30%超	235	44%	4	231
40%超	299	56%	4	295
50%超	353	66%	4	349
60%超	404	75%	4	400
70%超	448	83%	4	444
80%超	485	90%	4	481
90%超	511	95%	4	507
100%超	521	97%	4	517

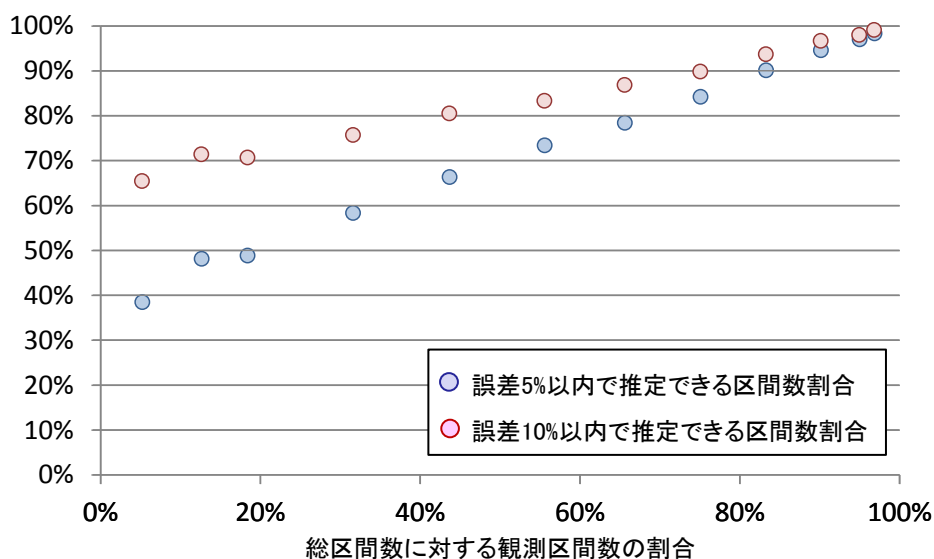


図 7-15 観測区間数の割合と誤差 5%以下または 10%以下で推定できる割合（その 1）

また、さらなる実測箇所削減の観点から、直轄国道上の交通管理者の車両感知器（32 箇所（筆者調べ））を利用できることを仮定した場合の結果を表 7-5、図 7-18 に示す。この結果、交通重複率 20%以上となる最適解は、180 箇所（うち 36 箇所は車両感知

器) で全区間の 35%となった。このとき、誤差 5%で推定できる区間数割合は約 60%、誤差 10%で推定できる区間数割合は約 75%となり、国土交通省の車両感知器のみを利用する場合と大きな差は無かった。これは、筆者調べの交通管理者の車両感知器が直轄国道上の数であったため、観測区間数の大部分を占めると考えられる直轄国道以外の道路の観測区間数の大幅削減にはつながらなかったと考えられる。

表 7-5 大阪府全域を対象とした線形計画問題の解 (その 2)

交通重複率	観測区間数	観測区間数割合	うち車両感知器数	うち個別観測区間数
0%超	57	11%	36	21
5%超	90	17%	36	54
10%超	123	23%	36	87
20%超	186	35%	36	150
30%超	251	47%	36	215
40%超	315	59%	36	279
50%超	365	68%	36	329
60%超	410	76%	36	374
70%超	453	84%	36	417
80%超	488	91%	36	452
90%超	512	95%	36	476
100%	521	97%	36	485

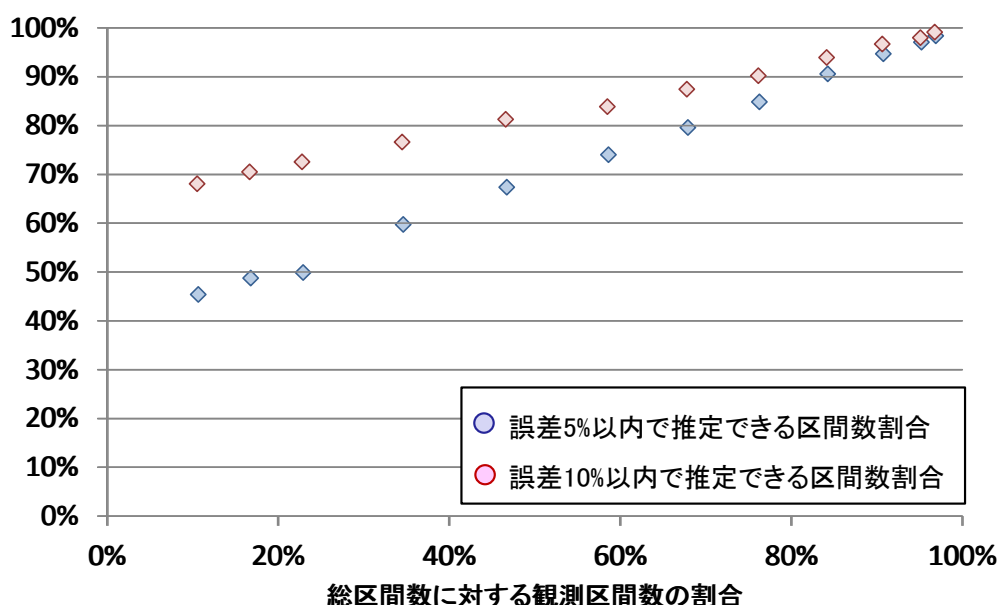


図 7-16 観測区間数の割合と誤差 5%以下または 10%以下で推定できる割合 (その 2)

7.4 交通量調査手法の検討

提案する手法の交通量データの収集精度向上に向けた課題として、交通量の観測方

法がある。これまでに述べた通り、従前から交通量の観測は人手観測に多くを頼っている。人手観測では、コストの関係から昼間 12 時間の観測になることが多く、24 時間交通量は、昼間 12 時間の観測結果に、別途設定された昼夜率を乗じて計算される。昼夜率の設定誤差、昼夜率の設定に伴い 24 時間観測交通量に生じる誤差の低減が課題となる。

図 7-17 は、平成 22 年度道路交通センサスにおける近畿地方の交通量実測箇所について、昼間 12 時間観測箇所（約 2,700 箇所）と 24 時間観測箇所（約 1,100 箇所）の観測方法別の内訳を示したものである。昼間 12 時間の観測箇所はほぼすべてが人手観測となっていることが分かる。昼間 12 時間観測の区間は、第 2 章で述べた通り、路線設定または地域設定により昼夜率が設定されている。一部平成 17 年度調査での昼夜率が設定されている区間も存在する。その内訳は、ほとんどが地域設定となっている（図 7-18）。その結果、図 7-19、図 7-20 に示すように昼間 12 時間の観測箇所と 24 時間観測箇所とで昼夜率の分布が大きく異なり、24 時間交通量の精度に影響を与えている。このため、今後の交通量観測においては、機械計測を積極的に導入することで、24 時間観測を実施することが求められる。

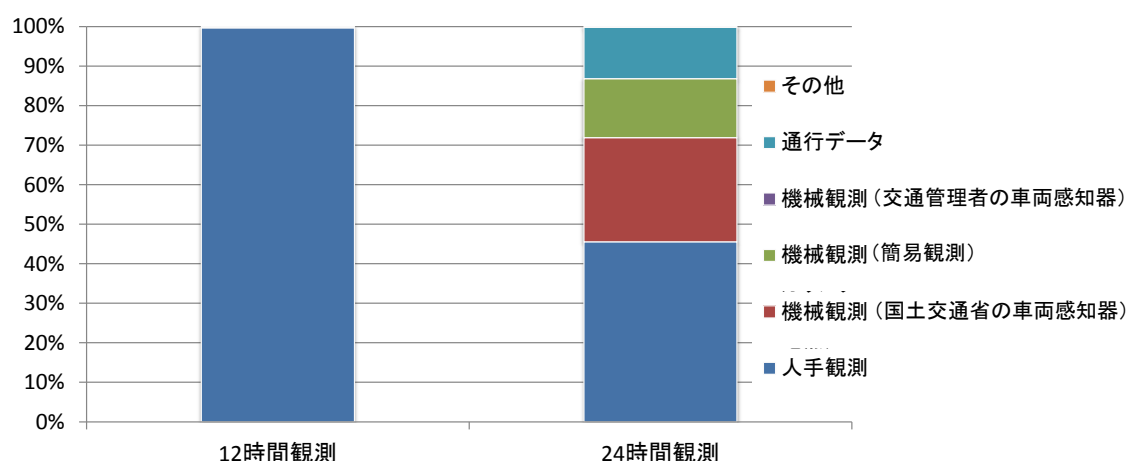


図 7-17 昼間 12 時間観測と 24 時間観測の観測方法内訳（近畿全域）

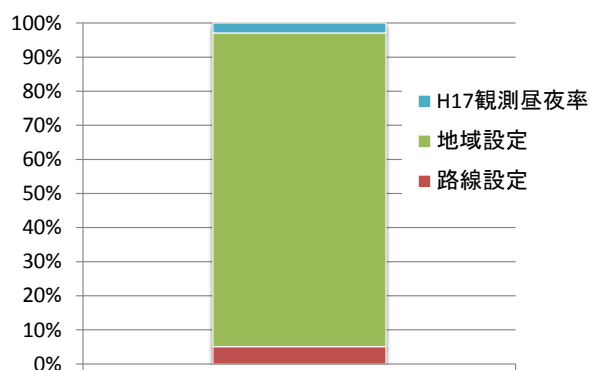


図 7-18 昼間 12 時間観測箇所における昼夜率の設定方法内訳（近畿全域）

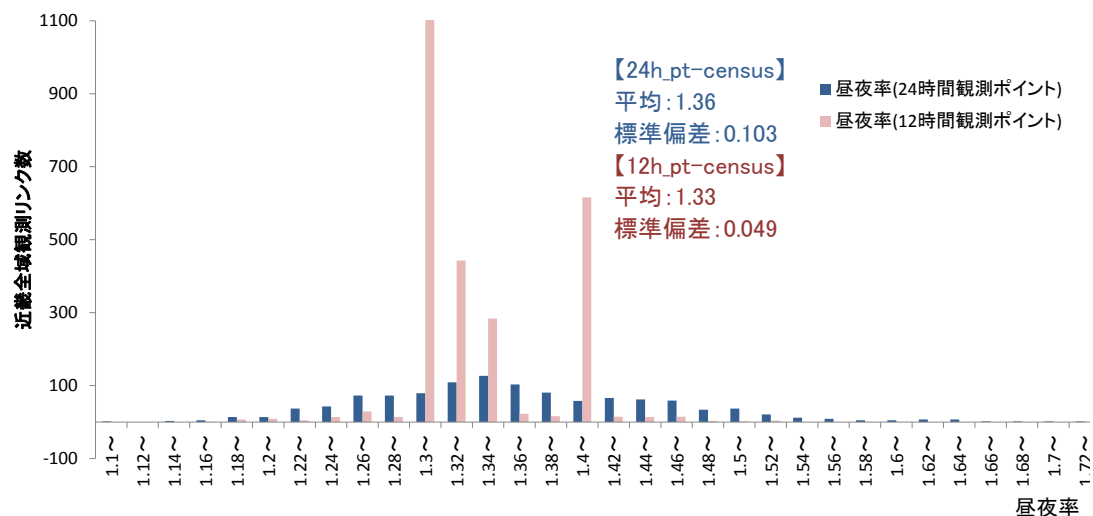


図 7-19 昼間 12 時間観測と 24 時間観測の昼夜率の分布（近畿全域）

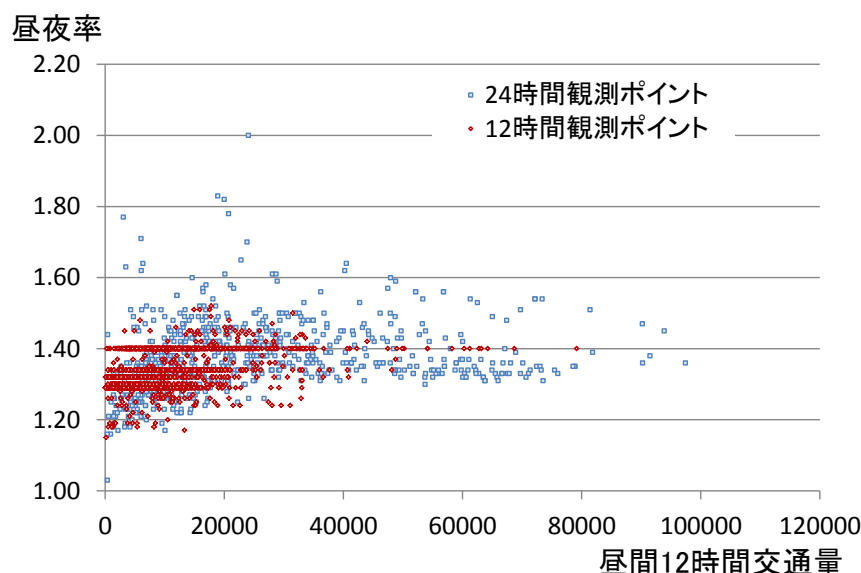


図 7-20 昼間 12 時間交通量別の昼夜率の関係（近畿全域）

7.5 より高頻度の交通量データの収集方法の検討

5 年に一度より高頻度の交通量データの収集方法の検討として、大阪府内の直轄国道のうち、平成 11 年度、平成 17 年度道路交通センサスとともに交通量が実測された区間 71 区間を対象として、国土交通省の車両感知器および交通管理者の車両感知器（筆者調べ）を利用することで、どの程度直轄国道をカバーできるかを、7.4 同様に線形計画問題により算定した。その結果を表 7-6、図 7-21 に示す。この結果、個別観測なしでも、90%程度の区間で誤差 10%以内の推定が可能であることがわかった。

交通管理者の車両感知器を利用することで、直轄国道に限定されるものの、日々又は毎月の交通量データなどより高頻度の交通量データが収集できる可能性があることがわかった。

表 7-6 大阪府全域を対象とした線形計画問題の解（その3）

交通重複率	観測区間数	観測区間数割合	うち車両感知器数	うち個別観測区間数
0%超	36	51%	36	0
5%超	38	54%	36	2
10%超	38	54%	36	2
20%超	40	56%	36	4
30%超	45	63%	36	9
40%超	50	70%	36	14
50%超	54	76%	36	18
60%超	59	83%	36	23
70%超	63	89%	36	27
80%超	65	92%	36	29
90%超	68	96%	36	32
100%超	69	97%	36	33

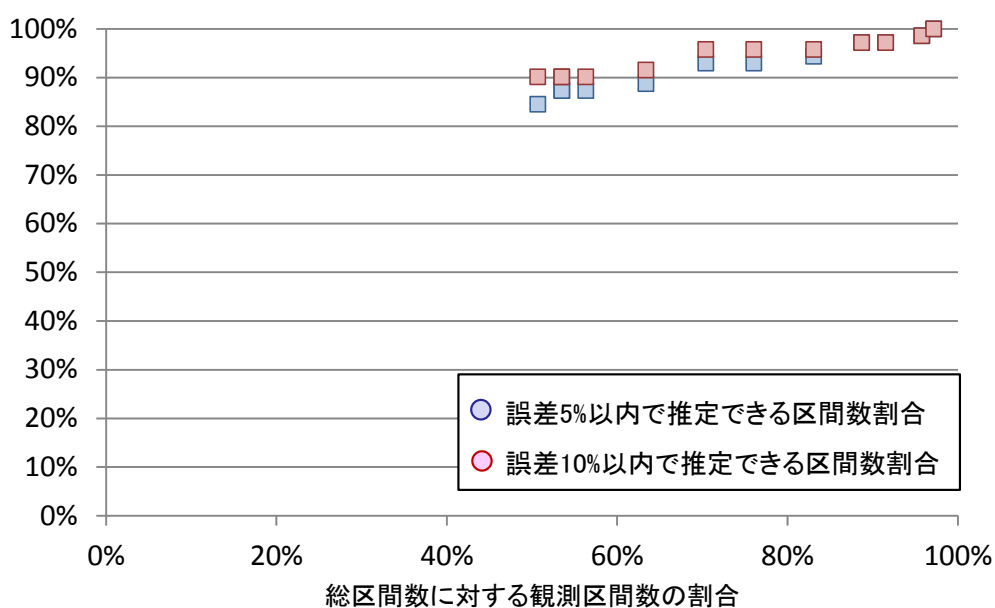


図 7-21 観測区間数の割合と誤差 5%以下または 10%以下で推定できる割合（その3）

7.6 本章のまとめ

第6章までの成果を踏まえ、提案手法の道路交通センサス交通量調査への適用性の検討、道路交通センサスにおける観測箇所の考え方などの検討を踏まえ、今後の道路交通センサス交通量調査方法の提案を行った。具体的には、第5章で構築した手法を道路交通センサスへ適用し、適用性の検討を行うとともに、道路交通センサスにおける観測箇所の考え方などの検討を行い、以下の成果を得た。

- (1) 今後の道路交通センサス交通量調査の実施に向け、線形計画問題を想定した観測箇所数の考え方、交通量の観測方法を整理し、交通量データの収集方法を示した。この方法を適用することにより、必要データを確保しつつ調査箇所を削減し、調査コストを縮減することが可能となる。
- (2) 交通管理者の車両感知器を利用することができれば、直轄国道に限定されるものの、毎日、毎月の交通量データが収集できる可能性があることを確認した。これにより高頻度での交通量データの収集が可能となる。

今後、提案手法の実務展開を進めていく上では次の課題があると考えられる。

- (1) 交通管理者が設置している車両感知器が利用できれば、交通量の観測箇所数を削減することができる。交通管理者が設置している車両感知器の利用可能性の確認が必要である。
- (2) 提案手法を実務へ適用していく場合、継続的な取組として続けていくため、円滑な実務への適用のためのしくみづくりが必要と考えられる。

第7章の参考文献

- 1) 外井哲志, 天本徳浩: 非観測区間交通量推定のための交通量観測点の最適配置計画に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.7, pp.251-258, 1989.
- 2) 朝倉康夫, 柏谷増男, 西山晶造: 観測リンク交通量を用いた道路網交通流の日変動推定とその信頼性分析への応用, 土木学会論文集, No.482/IV-22, pp.17-25, 1994.

第 8 章 結論

第8章 結論

8.1 結論

本研究は、道路交通センサス交通量調査の改善を目的として、常時観測データを有効利用した幹線道路の交通量データの収集手法の開発、開発した手法の道路交通センサス交通量調査への適用性の検討を行った。具体的には以下の検討課題の解決を目指した。

【検討課題】

- (1)常時観測データの異常値、欠測値の処理方法の開発
- (2)常時観測データと個別観測結果を利用した交通量の推定手法の開発
- (3)道路交通センサス交通量調査への適用性の検討

各検討課題に対して得られた主な成果は以下の通りである。

- (1)常時観測データの異常値、欠測値の処理方法の開発

関連常時観測点を活用した異常値判別手法により、局所的な異常値と広域的な異常値とを判別する異常値判別方法を開発した。

- (2)常時観測データと個別観測結果を利用した交通量の推定手法の開発

常時観測データを利用し、推定区間の交通量の推定方法を開発した。提案手法について、日々の交通量の把握への適用性の検証を行い、24 時間の断面交通量、昼間 12 時間の断面交通量は、所要の精度で日々の交通量データを推定することが可能であることを確認した。

- (3)道路交通センサス交通量調査への適用性の検討

今後の道路交通センサス交通量調査の実施に向け、線形計画問題を想定した観測箇所数の考え方、交通量の観測方法など交通量データの収集方法を整理し、必要データを確保しつつ調査箇所を削減し、調査コストを縮減する方法を整理した。

また、交通管理者の車両感知器を利用することができれば、直轄国道に限定されるものの、毎日、毎月の交通量データが収集できる可能性があることがわかった。

また、各章での実施内容と成果は以下の通りである。

第 1 章では、本研究の背景と目的、本研究の構成について述べた。

第 2 章では、我が国における交通量調査に関する実務として、道路交通センサスの現状と課題、交通量調査手法である機械観測（常時観測、簡易観測）、人手観測の特徴

を整理し、我が国の交通量調査に関する実務課題の抽出を行う。また、諸外国における交通量調査に関する実務を踏まえ、我が国の道路交通センサス交通量調査の方向性、本研究の位置づけを述べた。

第3章では、交通量データの変動特性として、常時観測データを用いて、異なる道路区間間の交通量の変動が空間的に類似する条件を確認した。条件の一つとして、異なる道路区間間でのトリップの重複割合を現す交通重複率を提案するとともに、第4章で述べる常時観測データの異常値、欠測値の処理方法、第5章で述べる常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法に適用可能な知見を整理した。

第4章では、第3章の成果を踏まえ、常時観測データに発生する異常値、欠測値の処理方法を構築した。

第5章では、第4章で提案する常時観測データの異常値、欠測値の処理方法を応用し、常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法を構築した。

第6章では、第5章で提案する「常時観測データを利用した推定区間の交通量の推定方法」を補足する手法として、OD交通量逆推定手法を構築した。

第7章では、第6章までの成果を踏まえ、提案手法の道路交通センサス交通量調査への適用性の検討、道路交通センサスにおける観測箇所の考え方などの検討を踏まえ、今後の道路交通センサス交通量調査方法の提案を行った。

第1章で触れた通り、我が国の財政状況は厳しく道路交通データの収集について今後も効率化が求められている。一方で、施策運営のため道路交通データの充実も求められている。昨今の情報通信技術の進展に伴い、カーメーカー、カーナビメーカー、携帯電話などのアプリケーションプロバイダが、カーナビなどから得られるプローブデータ（ヒトやクルマの移動情報）を収集し、ドライバーへの経路案内や道路交通情報の提供等に利用されるようになった。これらは、ビッグデータといわれ、大きな注目を浴びている。このような、ヒト・クルマの移動情報の収集と利用は、今後も急速に進んでいくと考えられる。しかしながら、交通量を把握できるほどデータが増え続けることは、おそらく困難、もしくは、相当程度の時間を要すると考えられる。

その中で、本研究は、道路交通センサス交通量調査の改善策として、常時観測データを利用した幹線道路の交通量データの収集方法により、道路交通センサス交通量調査のコスト削減策を提案し、5年に一度の中間年など高頻度のデータ入手可能性を確認した。道路交通センサスへの適用だけでなく、今後の交通量データの収集の展望を見据えた研究として、本研究の実務への有用性は大きいと考えられる。

また、提案した交通量データの収集手法により、交通量データを充実させることができれば、上述のビッグデータの一つとして、実務と研究の両面で非常に重要なデータとなると考えられる。

8.2 今後の課題

8.2.1 本研究に関する課題

今後、提案手法の実務展開を進めていく上で、次の課題があると考えられる。

- (1)第4章で整理した常時観測データの異常値、欠測値の処理方法について、1時間単位の異常値の判別方法、車両感知器の設置の考え方を整理が今後の課題と考えられる。
- (2)第5章で整理した常時観測データを利用した推定区間の交通量データの推定方法について、個別調査における24時間観測が求められる。
- (3)第6章で整理したOD交通量逆推定手法を用いた交通重複率の推定について、今後、実務へ適用する場合には、OD調査の調査設計に併せたモデルのチューニング、出力値(OD交通量逆推定値)の扱い等に関する検討も必要である。
- (4)第7章で提案した幹線道路の交通量データの収集方法について、交通管理者の車両感知器の利用性可能性の確認が課題となる。第2章で述べた通り、国土交通省は全国の直轄国道上に約900の車両感知器を設置し、交通量の常時観測を実施している。車両感知器の設置コスト、メンテナンスコストを考慮すると、劇的に増設することは困難と考えられる。そこで、注目されるのが、交通管理者の設置している車両感知器である。三井ら²¹⁾によれば、道路上には都道府県警察によって約14万基の車両感知器設置されている。有効利用できれば、常時観測データの充実度は格段に向上する。今後、交通管理者の保有する交通量データの利用が進むことが望まれる。

8.2.2 その他今後の課題

(1)個別観測データの充実

直轄国道だけでも、道路交通センサス以外にも多くの個別観測が行われている。これら個別観測結果をうまく収集し、有効利用することが望まれる。個別観測については、国以外にも都道府県・政令市など国以外の道路管理者においても多く実施されている。交通量データを利用する関係機関で、データ共有する体制になることが望まれる。

(2) 道路交通データを一元的に管理する道路交通調査プラットフォームの構築

プローブデータなど他の交通データと併せてデータを有効利用するためには、データの流通を円滑化する必要がある。道路交通センサス結果をはじめとする道路交通データを、効率的に蓄積・管理するシステムの構築が望まれる。国土交通省国土技術政策総合研究所においては、道路交通データを一元的に管理する道路交通調査プラットフォームの構築に関する研究^{24) 3)}を進めており、その早期完成が望まれる。

第 8 章の参考文献

- 1) 三井達郎, 森健二, 萩田賢司: 車両感知器データを用いた自動車排出ガス量推計システムの開発, 環境システム研究論文集, vol.32,2004.10
- 2) 山崎 恭彦, 今井 龍一, 橋本 浩良, 井星 雄貴, 菊池 省二, 若井 亮太: 道路交通データの効率的な蓄積・活用環境の構築に向けた取り組み, 土木計画学研究・講演集, Vol.47 CD-ROM, 2013
- 3) 山崎 恭彦, 今井 龍一, 橋本 浩良, 井星 雄貴: 道路交通データの蓄積・活用環境の構築に向けた取り組み, 第 30 回日本道路会議、CD-ROM、2013

謝辞

本研究を遂行するにあたり、多数の方々よりご指導とご協力を賜りました。ここに記して感謝の意を表します。

まず、本研究の遂行に際し、終始ご指導いただき、学位論文としてまとめる機会を与えて頂きました指導教員の筑波大学システム情報工学研究科 岡本直久准教授に厚く御礼申し上げます。岡本准教授には、研究遂行に際し、懇切丁寧に、そして、適時的確なご助言をいただけたことで研究を進めることができました。改めて心より御礼申し上げます。

また、筑波大学 石田東生教授、谷口守教授には、副指導教員として、研究指導、論文指導をいただくだけでなく、技術者として、研究者としての考え方まで幅広くご指導いただきました。厚く御礼申し上げます。

筑波大学 鈴木勉教授、堤盛人教授、近藤美則客員教授、高宮進客員教授には、大変貴重なご助言、ご指導をいただき、研究の完成度を高めることができました。厚く御礼申し上げます。

セントラルコンサルタント（株） 河野辰男氏、（一社）システム科学研究所 丹下真啓氏、眞浦靖久氏、（株）地域未来研究所 田名部淳氏、前川友宏氏には、研究内容である交通量データに関するデータ整理・議論を通じて、多大なるご協力を頂きました。厚く御礼申し上げます。

国土交通省中部地方整備局 上坂克巳道路部長（前 国土技術政策総合研究所道路研究室長）、国土交通省九州地方整備局長崎河川国道事務所 門間俊幸所長（前 国土技術政策総合研究所）には、私が本研究に携わるきっかけを与えていただくなど、様々なご支援とご指導を頂きました。厚く御礼申し上げます。

国土技術政策総合研究所道路研究室の皆様には、研究内容のアドバイス、データの入手、集計など様々な面でご支援をいただきました。特に、筑波大学の客員教授でもある高宮進道路研究室長には、日頃からも研究指導いただくなど、様々なご支援とご指導を頂きました。心より御礼申し上げます。

そして、博士課程の同期である塚田幸広氏、高柳百合子さんに心より感謝いたします。一緒に研究を進めるお二人がいたからこそ、研究を遂行できたと考えています。

筑波大学システム情報工学研究科都市交通研究室の皆様には、ゼミ合宿、研究室ゼミ、講義、本研究の公开发表など大変お世話になりました。御礼申し上げます。

また、本研究の公开发表の場で、数多くの方々から貴重なご意見や討論をいただきました。ありがとうございました。

最後に、本研究の遂行をあたたく支えてくれた家族に心から感謝します。

橋本 浩良